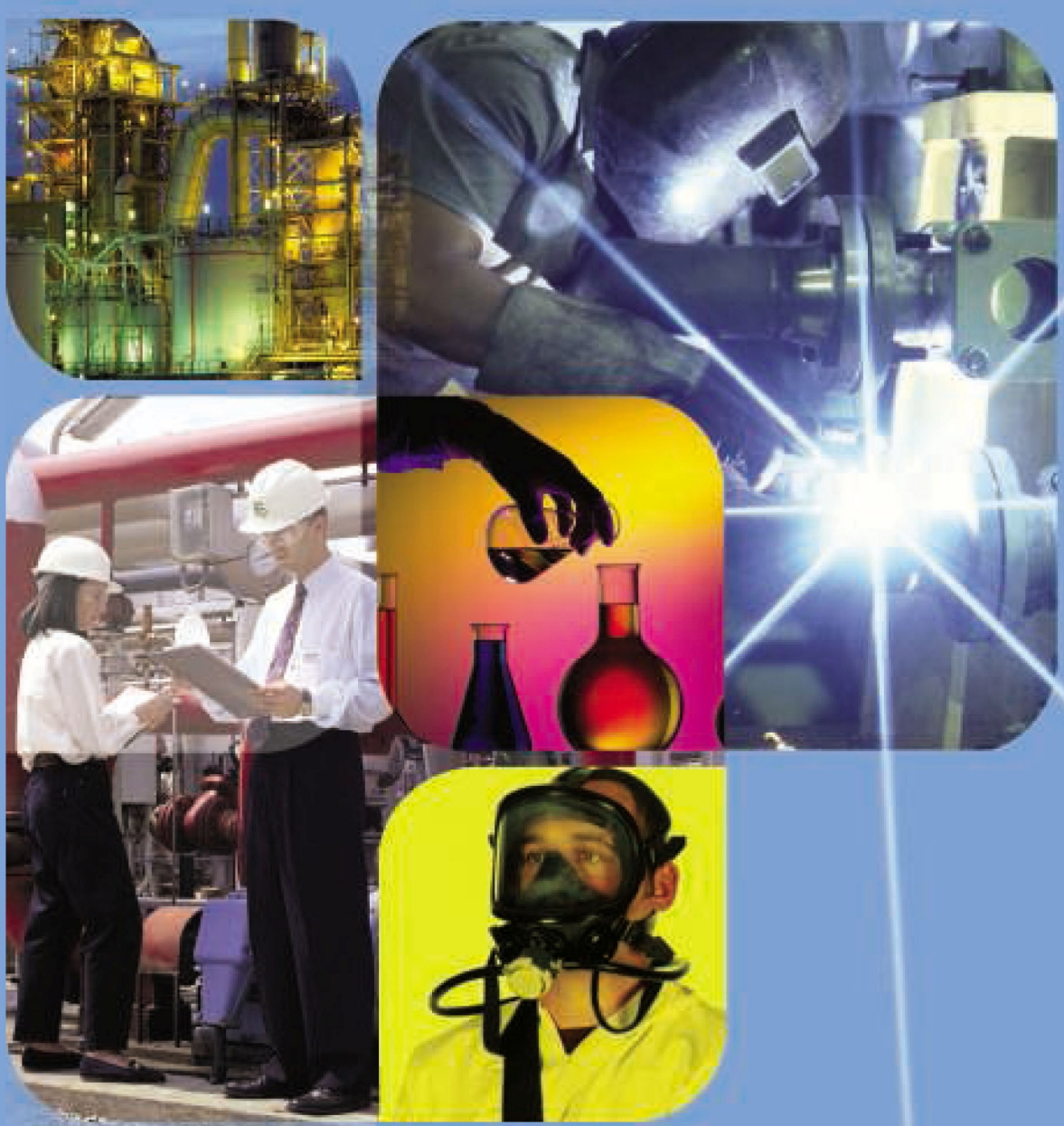
Guia prático

Directiva sobre Agentes Químicos

98/24/CE



Comissão Europeia

DIRECTRIZES PRÁTICAS DE CARÁCTER NÃO OBRIGATÓRIO SOBRE A PROTECÇÃO DA SAÚDE E DA SEGURANÇA DOS TRABALHADORES CONTRA OS RISCOS LIGADOS À EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS NO TRABALHO

(Artigos 3.º, 4.º, 5.º, 6.º e ponto I do anexo II da Directiva 98/24/CE)

Comissão europeia

DG Emprego, Assuntos Sociais e Igualdade de Oportunidades

Unidade F.4

Original finalizado em Junho de 2005

2005-1599_PT.indd 1 17-10-2006 16:15:35

Documento elaborado com base no COM/2004/819 final.

Se estiver interessado em receber a newsletter “Esmail” da Direcção Geral do Emprego, Assuntos Sociais e Igualdade de Oportunidades, envie um e-mail para empl-esmail@ec.europa.eu. A newsletter é publicada regularmente em alemão, francês e inglês

Europe Direct é um serviço que o/a ajuda a encontrar respostas às suas perguntas sobre a União Europeia

Número verde único (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Alguns operadores de telecomunicações móveis não autorizam o acesso a números 00 800 ou poderão sujeitar estas chamadas telefónicas a pagamento.

Encontram-se disponíveis numerosas outras informações sobre a União Europeia na rede Internet, via servidor Europa (http://europa.eu)

Uma ficha bibliográfica figura no fim desta publicação

Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2006

ISBN 92-894-9655-X

© Comunidades Europeias, 2006
Reprodução autorizada mediante indicação da fonte

Printed in Italy

IMPRESSO EM PAPEL BRANQUEADO SEM CLORO

Índice

INTRODUÇÃO 5

1 OBJECTIVO E ÂMBITO DAS DIRECTRIZES PRÁTICAS 5
2 DEFINIÇÕES 5
3 MECANISMOS DE GERAÇÃO DOS DANOS PROVOCADOS POR AGENTES QUÍMICOS 7
4 ESTRUTURA DO GUIA E REFERÊNCIA À DIRECTIVA 98/24/CE 8
5 LEGISLAÇÃO COMPLEMENTAR À DIRECTIVA 98/24/CE 8

PARTE I 11

IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E CONTROLO DOS RISCOS DERIVADOS DA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS NO LOCAL DE TRABALHO 13

1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DERIVADOS DA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS NO LOCAL DE TRABALHO 13

1.1. Fontes de informação sobre a perigosidade dos agentes químicos 13
1.1.1 Rótulo 13
1.1.2 Fichas de segurança 14
1.1.3 Valores-limite de exposição profissional e valores-limite biológicos 16
1.1.4 Recomendações da Comissão Europeia relativas aos resultados da avaliação do risco e à estratégia de limitação do risco para substâncias 18
1.1.5 Outras fontes 19
1.2 Procedimentos de avaliação de riscos 19

2 PRINCÍPIOS GERAIS DE PREVENÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS A AQP 23
3 MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PREVENÇÃO E PROTECÇÃO PARA CONTROLAR O RISCO QUÍMICO 27
3.1 Medidas específicas de prevenção e protecção e respectiva priorização 27
3.2 Medidas de prevenção durante o ciclo de vida do produto 63

PARTE II 65

VIGILÂNCIA DA SAÚDE DOS TRABALHADORES EXPOSTOS AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS 67

1 VIGILÂNCIA DA SAÚDE DOS TRABALHADORES EXPOSTOS A AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS 67
2 NATUREZA DOS EFEITOS DERIVADOS DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS 68
3 CONTEÚDO DA VIGILÂNCIA DA SAÚDE 68
4 CONTROLO BIOLÓGICO DOS TRABALHADORES EXPOSTOS AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS 70
4.1 Características gerais 70
4.2 Determinação do chumbo no sangue 70
4.3 O controlo biológico como ferramenta da medicina do trabalho 72

2005-1599_PT.indd 3 17-10-2006 16:15:36

PARTE III 77

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 79

1 **REGULAMENTOS, DIRECTIVAS E GUIAS EUROPEUS CITADOS** 79
2 **NORMAS EUROPEIAS** 81
3 **COLECTÂNEAS DE MÉTODOS DE ANÁLISE** 81
4 **BIBLIOGRAFIA GERAl** 82

ANEXOS 85

ANEXO 1: Frases R, frases S e suas combinações 87
ANEXO 2: Metodologias simplificadas para a avaliação dos riscos 95
ANEXO 3: Exemplos de aplicação dos princípios de prevenção e das medidas específicas em dois processos industriais 111
ANEXO 4: Avaliação quantitativa da exposição a agentes químicos 115
ANEXO 5: Métodos de medição para os agentes químicos da lista de valores-limite indicativos da Directiva 2000/39/CE 123
ANEXO 6: Fichas de métodos analíticos do chumbo e respectivos compostos iónicos na atmosfera e no sangue 277

2005-1599_PT.indd 4 17-10-2006 16:15:36

INTRODUÇÃO

1 OBJECTIVO E ÂMBITO DAS DIRECTRIZES PRÁTICAS

A Directiva 98/24/CE do Conselho, *relativa à protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho*, tem como base jurídica o artigo 137.º do Tratado da União Europeia e, nesta óptica, estabelece requisitos mínimos de saúde e segurança, que os Estados-Membros devem aplicar, sem prejuízo da sua faculdade de adoptarem legislação mais rigorosa sobre esta matéria.

O presente documento cumpre o mandato definido no n.º 2 do artigo 12.º da Directiva 98/24/CE respeitante à elaboração de directrizes práticas por parte da Comissão Europeia relativas aos artigos 3.º, 4.º, 5.º e 6.º bem como ao ponto 1.3 do anexo II da mesma directiva. Desta forma, deve salientar-se que não abrange a totalidade das disposições da directiva mas apenas os tópicos referidos nesses artigos, designadamente:

- métodos de medição e avaliação das concentrações na atmosfera do local de trabalho no que se refere aos valores-limite de exposição profissional, nos termos da Directiva 2000/39/CE;
- avaliação dos riscos;
- princípios gerais de prevenção;
- medidas específicas de protecção e prevenção;
- medidas de vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao chumbo e aos seus compostos iónicos.

O objectivo das presentes directrizes práticas consiste em apoiar os Estados-Membros no desenvolvimento das respectivas políticas nacionais e facilitar a aplicação do seu normativo em matéria de protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores. Apesar do seu carácter indicativo e não-obrigatório, os Estados-Membros tomarão tanto quanto possível em consideração essas directrizes, de acordo com o disposto no n.º 2 do artigo 12.º da referida directiva.

O presente documento estabelece as linhas gerais da acção de prevenção face aos agentes químicos e proporciona alguns instrumentos práticos para dar cumprimento a aspectos concretos, nomeadamente a avaliação dos riscos. Estes instrumentos devem ser encarados como uma ajuda para que os Estados-Membros consigam que o respectivo normativo nacional seja correctamente aplicado, especialmente por parte das pequenas e médias empresas, mas de modo nenhum devem usar-se como se fossem os únicos existentes para essa finalidade.

Por último, deve assinalar-se que se verificam alguns problemas de ordem prática na identificação da perigosidade dos agentes químicos ou na avaliação dos riscos deles decorrentes. Trata-se dos casos seguintes:

- substâncias não classificadas como perigosas (devido à ausência de perigo ou ao facto de não se dispor de informação suficiente, em particular sobre os efeitos a longo prazo, que conduz a que não se considerem perigosas enquanto não se dispõe de mais dados);
- substâncias com informações insuficientes para a sua correcta classificação de acordo com a Directiva 67/548/CEE, o que pode ter como consequência a subestimação ou a sobrestimação da sua perigosidade, com a decorrente perda de eficácia do sistema de classificação;
- preparados classificados de acordo com a Directiva 1999/45/CE, para os quais a avaliação das respectivas propriedades perigosas pode ser menos rigorosa que a avaliação das propriedades de cada uma das substâncias que os compõem.

A problemática que deriva destes casos não é tratada de forma exaustiva no presente documento, pelo que se recomenda aos Estados-Membros que desenvolvam directrizes mais detalhadas sobre este assunto.

2 DEFINIÇÕES

Para a correcta interpretação das presentes directrizes práticas, tecem-se seguidamente comentários oportu-

2005-1599_PT.indd 5 17-10-2006 16:15:36

nos às definições constantes do artigo 2.º da Directiva 98/24/CE.

Por *agente químico* entende-se qualquer elemento ou composto químico, só ou em misturas, quer se apresente no seu estado natural quer seja produzido, utilizado ou libertado, inclusivamente libertado como resíduo, por uma actividade laboral, quer seja ou não produzido intencionalmente ou comercializado.

É frequente considerar-se que os agentes químicos e, consequentemente, os riscos a eles associados, são utilizados exclusivamente nas indústrias químicas e afins, tais como a farmacêutica ou a do petróleo, que são aquelas que basicamente *fabricam* os agentes químicos. Esta ideia é totalmente errónea, já que hoje em dia a utilização de agentes químicos é praticamente universal não só no mundo do trabalho, mas também (fora do âmbito de aplicação da Directiva 98/24/CE) em actividades domésticas, educativas e recreativas, sob a forma de produtos de limpeza, adesivos, produtos cosméticos, etc. Por esse motivo, os riscos ligados à utilização de agentes químicos podem encontrar-se num grande número de postos de trabalho, tanto na indústria como na agricultura ou nos serviços.

Entre as actividades que, sem serem propriamente «químicas», registaram nos últimos anos um aumento mais significativo da utilização de agentes químicos, destacaremos as seguintes:

- a construção e as suas actividades complementares (carpintaria, pintura, instalações de água, gás e electricidade, etc.);
- a limpeza profissional, especialmente em meios industriais e em certos serviços onde a qualidade da limpeza é crucial, como os hospitais;
- os hospitais, onde se utiliza uma grande variedade de agentes químicos como anestésicos, esterilizantes, citostáticos, etc.
- a indústria de tratamento de resíduos, onde muito frequentemente os próprios resíduos são ou podem conter agentes químicos e onde, além do mais, estes são utilizados e incorporados voluntariamente no processo a fim de obter os resultados pretendidos;
- a agricultura, especialmente a intensiva, onde é muito frequente a combinação do uso de espaços de cultivo fechados ou semifechados (estufas) e a utilização em grande escala de diversos tipos de agentes químicos, especialmente pesticidas.

Por último, indicamos seguidamente um conjunto não exaustivo de actividades *«não químicas»*, onde a utilização de agentes químicos é muito frequente:

- indústria metalomecânica;
- oficinas mecânicas;
- tipografias;
- drogarias;
- laboratórios;
- restauro de obras de arte;
- cabeleireiros.

Agente químico perigoso (AQP):

i) qualquer agente químico classificado como substância perigosa de acordo com os critérios constantes do anexo VI da Directiva 67/548/CEE, quer a substância esteja ou não classificada ao abrigo dessa directiva, e que não faça parte das substâncias que só preenchem os critérios que as classificam como perigosas para o ambiente;

ii) qualquer agente químico classificado como preparado perigoso na acepção da Directiva 88/379/CEE (*), quer o preparado esteja ou não classificado ao abrigo dessa directiva, e que não faça parte dos preparados que só preenchem os critérios que os classificam como perigosos para o ambiente;

iii) qualquer agente químico que, embora não preencha os critérios que o classificam como perigo-so nos termos das subalínea i) e ii) possa, devido às suas propriedades físico-químicas, químicas ou toxicológicas e à forma como é utilizado ou está presente no local de trabalho, apresentar riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores, incluindo qualquer agente químico que esteja sujeito a um valor-limite de exposição profissional nos termos do artigo 3.º

(*) Substituída pela Directiva 1999/45/CE.

É importante salientar que não são só as propriedades toxicológicas ou físico-químicas dos agentes químicos que conduzem à sua classificação como perigosos para efeitos desta directiva. Na realidade, em virtude

2005-1599_PT.indd 6 17-10-2006 16:15:37

da subalínea iii), a temperatura ou a pressão a que o agente se encontre, a sua capacidade para deslocar o oxigénio ou a forma física em que é utilizado ou manipulado constituem igualmente características de perigosidade.

Assim, o vapor de água pode representar um risco se se encontrar, por exemplo, a 150ºC, do mesmo modo que um sólido inerte sob a forma de um pó respirável (alguns Estados-Membros têm um valor-limite de exposição profissional para este caso, como *partículas não classificadas de outra forma*).

Perigo: propriedade intrínseca de um agente químico com potencial para provocar danos.

De acordo com esta definição e com as definições anteriores, tanto as propriedades intrínsecas do agente químico (propriedades toxicológicas e físico-químicas) como a forma em que é utilizado ou se encontra presente no local de trabalho constituem a perigosidade do agente químico quando tiverem potencial para provocar danos.

Risco: possibilidade de que o potencial para provocar danos se realize nas condições de utilização e ou exposição.

Na valoração do risco intervêm pois duas variáveis: o dano e a probabilidade da sua realização. Por conseguinte, deve conhecer-se não só a perigosidade intrínseca do agente mas também as condições de utilização e manipulação, incluindo as medidas de protecção e prevenção existentes.

Assim, pode afirmar-se que, perante a presença de ácido sulfúrico numa empresa, existirá sempre perigo. No entanto, pode falar-se de um nível de risco quase inexistente se o ácido sulfúrico se encontrar acondicionado em recipientes de segurança estanques, se o processo for fechado, etc.

No presente documento, existem outros conceitos cuja definição não consta da Directiva 98/24/CE. Seguidamente, apresenta-se a respectiva definição de acordo com a acepção em que são utilizados nas presentes directrizes práticas:

Exposição a agentes químicos: qualquer situação laboral em que se verifique a presença de um agente químico e em que este entre em contacto com um trabalhador, normalmente pela via cutânea ou inalatória.

Acidente com agentes químicos: acontecimento anormal durante o trabalho que se apresenta de forma repentina e inesperada e que provoca uma exposição brusca dos trabalhadores a agentes químicos ou à energia por eles libertada.

3 MECANISMOS DE GERAÇÃO DOS DANOS PROVOCADOS POR AGENTES QUÍMICOS

Os agentes químicos podem causar danos no organismo humano quer *directamente* quer *gerando alguma forma de energia* que possa ter um efeito prejudicial para a saúde humana.

No *primeiro caso,* para que um agente químico possa causar danos directamente no organismo humano é condição necessária (mas não suficiente) que as suas moléculas entrem em contacto com alguma parte do corpo.

O dano pode manifestar-se de forma rápida ou mesmo imediata após o contacto (*efeito agudo*), ou revelar-se a longo prazo, normalmente na sequência de uma exposição repetida ao longo do tempo (*efeito crónico*).

Por outro lado, o dano pode sobrevir no ponto de contacto entre o agente químico e o organismo (pele, tracto respiratório, tracto gastrointestinal), caso em que se fala de *efeito local,* ou então manifestar-se, após um processo de absorção e distribuição pelo organismo, em pontos independentes daqueles onde se produziu o contacto (*efeitos sistémicos*). Como exemplos de efeitos locais pode citar-se a irritação respiratória produzida pela inalação de amoníaco ou a queimadura da pele produzida por contacto com ácido sulfúrico; os efeitos sistémicos podem ser os danos hepáticos produzidos pela inalação de determinados solventes ou os danos a nível neurológico decorrentes da inalação de vapores de mercúrio.

No *segundo caso,* o dano é produzido pela energia gerada pela combustão ou explosão de agentes químicos que tenham capacidade para originar este tipo de fenómeno.

Os *incêndios* nos locais de trabalho podem causar danos graves para os trabalhadores, especialmente se não tiverem sido adoptadas medidas de emergência adequadas e quase sempre causam danos importantes ao património da empresa.

As *explosões* dão-se quando se produz uma reacção brusca de oxidação ou de decomposição, dando ori-

2005-1599_PT.indd 7 17-10-2006 16:15:37

gem a um aumento da temperatura, da pressão ou de ambas em simultâneo. Dado o seu carácter praticamente instantâneo, as explosões têm normalmente efeitos muito graves tanto para as pessoas como para os bens materiais.

Devido ao potencial destrutivo das explosões, a União Europeia adoptou a Directiva 94/9/CE, sobre aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas, e a Directiva 1999/92/CE (ATEX) relativa ao trabalho em atmosferas explosivas, cujo guia de boas práticas foi publicado pela Comissão Europeia.

4 ESTRUTURA DO GUIA E REFERÊNCIA À DIRECTIVA 98/24/CE

No quadro 1, apresenta-se a correspondência entre o conteúdo do Guia e o dispositivo da Directiva 98/24/CE.

5 LEGISLAÇÃO COMPLEMENTAR À DIRECTIVA 98/24/CE

Apresenta-se seguidamente uma listagem não exaustiva de disposições que complementam a Directiva 98/24/CE e que são aplicáveis na União Europeia.

Quadro 1 Conteúdo do presente Guia e sua correspondência com a Directiva 98/24/CE

PARTE	CAPÍTULO	TÍTULO	Referência na Directiva 98/24/CE
Parte I		Identificação, avaliação e controlo dos riscos	
	1.	Identificação e avaliação dos riscos derivados da presença de agentes químicos perigosos	Artigo 4.º
	2.	Princípios de prevenção para eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos	Artigo 5.º, n.º 2
	3.	Medidas específicas de prevenção e protecção para controlo dos riscos	Artigo 6.º, n.º 2
Parte II		Controlo biológico e vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao chumbo e respectivos compostos iónicos	Anexo II, ponto 1.3
Parte III		Bibliografia	
ANEXOS			
	Anexo 1	Frases R, frases S e suas combinações	
	Anexo 2	Metodologias simplificadas para a avaliação dos riscos	
	Anexo 3	Exemplos de aplicação dos princípios de prevenção e das medidas específicas em dois processos industriais	
	Anexo 4	Avaliação quantitativa da exposição a agentes químicos	
	Anexo 5	Métodos normalizados da medição das concentrações de agentes químicos perigosos na atmosfera do local de trabalho no que se refere aos valores-limite de exposição profissional	Artigo 3.º, n.º 10
	Anexo 6	Fichas de métodos analíticos do chumbo e respectivos compostos iónicos na atmosfera e no sangue	

2005-1599_PT.indd 8 17-10-2006 16:15:37

Essas disposições podem agrupar-se nos seguintes blocos:

a) Em matéria de identificação de AQP

- Directiva 67/548/CEE do Conselho, e posteriores alterações e adaptações ao progresso técnico, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas.
- Directiva 1999/45/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, e posteriores adaptações ao progresso técnico, relativa à classificação, embalagem e rotulagem das preparações perigosas.
- Directiva 91/155/CEE da Comissão, com a redacção que lhe foi dada pela Directiva 2001/58/CE, que define e estabelece as modalidades do sistema de informação específico relativo às preparações perigosas (Fichas de Segurança).

b) Em matéria de segurança química

- Directiva 96/82/CE do Conselho, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas. Posteriores decisões da Comissão relativas à sua aplicação.
- Directiva 94/9/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros sobre aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas.
- Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas.

c) Em matéria de trabalhos com determinados AQP

- Directiva 2003/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, que altera a Directiva 83/477/CEE do Conselho relativa à protecção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho.
- Directiva 90/394/CEE do Conselho e posteriores alterações (Directiva 97/42/CE e Directiva 1999/38/CE) relativa à protecção dos trabalhadores contra riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos durante o trabalho.

d) Em matéria de transporte de mercadorias perigosas (MP)

- Instruções técnicas para o transporte sem risco de MP por via aérea [OACI ([1])].
- Código Marítimo Internacional de MP [IMDG ([2])].
- Transporte de MP por via fluvial [ADN ([3])].
- 97/C 267/16. Proposta de directiva do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes ao transporte de mercadorias perigosas por via navegável interior, e posteriores alterações.
- Acordo europeu relativo ao transporte internacional de MP por estrada [ADR ([4])].
- Regulamento relativo ao transporte ferroviário internacional de mercadorias perigosas [RID ([5])].

Naturalmente, devem também ter-se em conta as características específicas dos trabalhadores particularmente sensíveis na aplicação, em especial, da Directiva 98/24/CE, bem como da Directiva 94/33/CE, relativa à protecção dos jovens no trabalho, e da Directiva 92/85/CEE, relativa à implementação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes no trabalho.

Na parte III do presente documento, correspondente à bibliografia, podem encontrar-se as referências de outras directivas e outros regulamentos que complementam a Directiva 98/24/CE.

([1]) Organização da Aviação Civil Internacional.
([2]) Código Marítimo Internacional para o Transporte de Mercadorias Perigosas.
([3]) Recomendação sobre o transporte internacional de mercadorias perigosas por via navegável.
([4]) Acordo Europeu relativo ao transporte internacional de mercadorias perigosas por estrada.
([5]) Regulamento relativo ao transporte ferroviário internacional de mercadorias perigosas.

2005-1599_PT.indd 9 17-10-2006 16:15:38

2005-1599_PT.indd 10 17-10-2006 16:15:38

PARTE I

2005-1599_PT.indd 11 17-10-2006 16:15:38

2005-1599_PT.indd 12 17-10-2006 16:15:38

IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO E CONTROLO DOS RISCOS DERIVADOS DA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS NO LOCAL DE TRABALHO

1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DERIVADOS DA PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS NO LOCAL DE TRABALHO

1.1 FONTES DE INFORMAÇÃO SOBRE A PERIGOSIDADE DOS AGENTES QUÍMICOS

Os agentes químicos presentes no local de trabalho podem originar riscos para a saúde ou a segurança dos trabalhadores devido aos seguintes factores:

- as propriedades perigosas (físico-químicas ou toxicológicas) que possuem (por exemplo: produto explosivo ou sensibilizante);
- a temperatura ou a pressão a que se encontram no local de trabalho (por exemplo: vapor de água a 150ºC);
- a sua capacidade para deslocar o oxigénio atmosférico no local de trabalho (por exemplo: gás inerte a alta pressão);
- a forma em que estão presentes no local de trabalho (por exemplo: sólido inerte em forma de pó respirável).

Assim, para se determinar a capacidade de, no local de trabalho, se originarem riscos devido à presença de agentes químicos, torna-se necessário conhecer as suas propriedades perigosas, bem como a forma como são utilizados ou estão presentes.

A informação sobre as propriedades perigosas dos agentes químicos presentes no local de trabalho, primeiro passo para a avaliação desses riscos, pode ser obtida a partir das fontes a seguir indicadas.

1.1.1 Rótulo

De acordo com a legislação derivada das directivas europeias relativas à classificação, embalagem, rotulagem e sistema de informação específica sobre substâncias e preparações (que designaremos como produtos químicos), todos os recipientes de produtos químicos perigosos comercializados devem estar rotulados de acordo com um modelo definido. Só não será aplicado o referido rótulo se o produto for fornecido a granel (no entanto, se o produto for transportado, disporá de uma rotulagem específica para o transporte).

O conteúdo do rótulo (ver figura I.1) permite obter as seguintes informações:

a) identificação do produto químico;

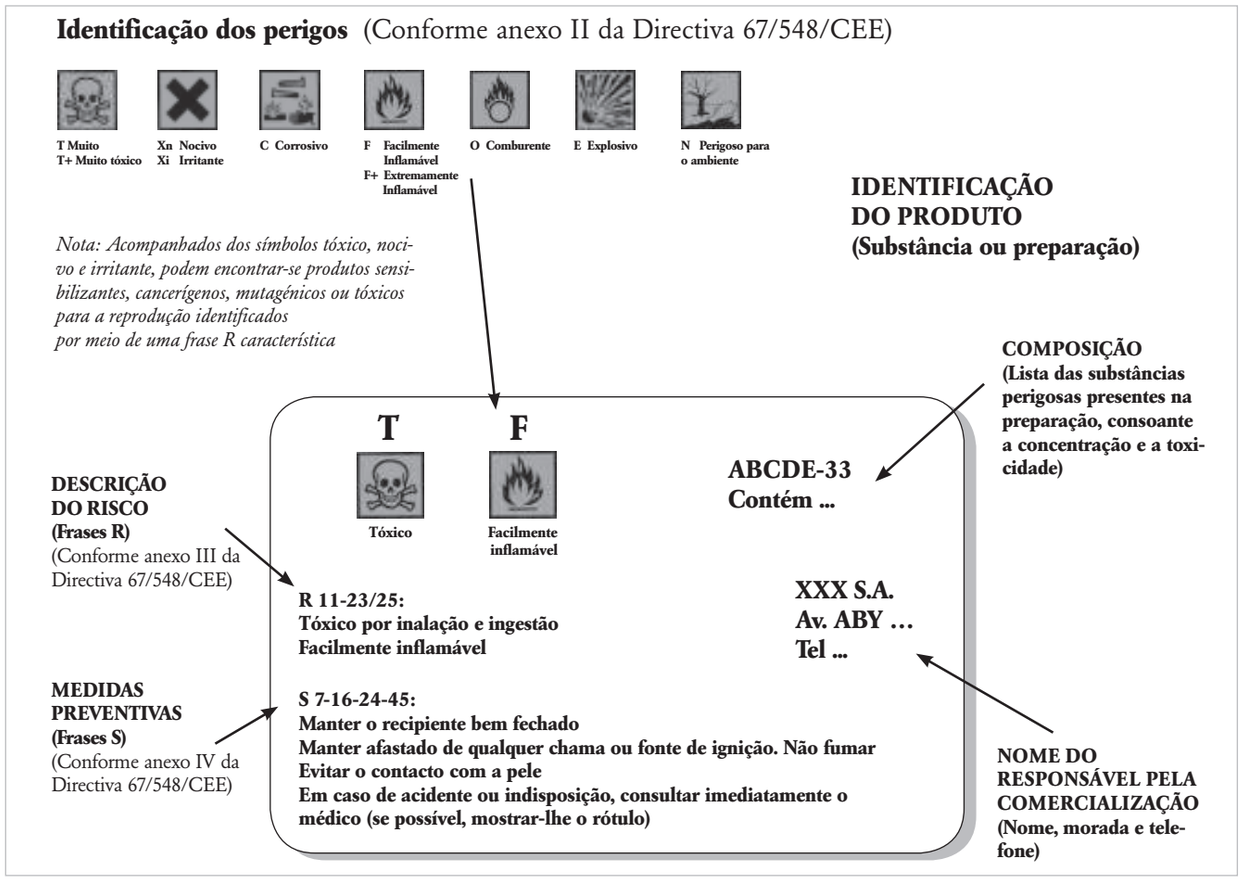
b) identificação do fabricante ou fornecedor;

c) perigosidade intrínseca do produto derivada das suas propriedades ou efeitos. Inclui os seguintes dados:

Informação sobre a perigosidade dos agentes químicos	
Rótulo Fichas de segurança	Pictogramas, frases R e S
Recomendações da Comissão Europeia Valores-limite de exposição profissional Outras fontes (bases de dados, Internet…)	

2005-1599_PT.indd 13 17-10-2006 16:15:38

Figura I.1 Rotulagem dos produtos químicos


Identificação dos perigos (Conforme anexo II da Directiva 67/548/CEE)
T Muito T+ Muito tóxico
Xn Nocivo Xi Irritante
C Corrosivo
F Facilmente Inflamável F+ Extremamente Inflamável
O Comburente
E Explosivo
N Perigoso para o ambiente
Nota: Acompanhados dos símbolos tóxico, nocivo e irritante, podem encontrar-se produtos sensibilizantes, cancerígenos, mutagénicos ou tóxicos para a reprodução identificados por meio de uma frase R característica
IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO (Substância ou preparação)
COMPOSIÇÃO (Lista das substâncias perigosas presentes na preparação, consoante a concentração e a toxicidade)
T
F
Tóxico
Facilmente inflamável
ABCDE-33
Contém ...
DESCRIÇÃO DO RISCO (Frases R) (Conforme anexo III da Directiva 67/548/CEE)
R 11-23/25:
Tóxico por inalação e ingestão
Facilmente inflamável
XXX S.A.
Av. ABY …
Tel ...
MEDIDAS PREVENTIVAS (Frases S) (Conforme anexo IV da Directiva 67/548/CEE)
S 7-16-24-45:
Manter o recipiente bem fechado
Manter afastado de qualquer chama ou fonte de ignição. Não fumar
Evitar o contacto com a pele
Em caso de acidente ou indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível, mostrar-lhe o rótulo)
NOME DO RESPONSÁVEL PELA COMERCIALIZAÇÃO (Nome, morada e telefone)

- classificação do produto de acordo com as categorias de perigosidade definidas. Esta classificação é indicada através de uma combinação de símbolos e indicações de perigo de acordo com a correspondência indicada no quadro I.1. Estes símbolos permitem chamar facilmente a atenção para as características gerais da perigosidade do produto,

- frases R de risco atribuídas ao produto com base na lista incluída no anexo 1. Estas frases descrevem os efeitos concretos do produto sobre a saúde humana, sobre o meio ambiente ou as suas características perigosas para a segurança, e constituem um dado fundamental a ter em conta na avaliação dos riscos,

- frases S de segurança atribuídas ao produto com base na lista incluída no anexo 1. Constituem conselhos de prudência a ter em conta no manuseamento e na utilização do produto.

A informação contida no rótulo encontra-se igualmente nas fichas de segurança, as quais contêm outros dados úteis que a ampliam e complementam.

I.1.2 Fichas de segurança

A ficha de segurança (FS) complementa o rótulo, fornecendo informações que podem eventualmente não constar deste último.

Ainda de acordo com a legislação indicada anteriormente, o fornecedor de um agente químico perigoso, embalado ou a granel, deve facultar ao utilizador profissional uma FS relativa ao produto fornecido. O fornecedor de uma preparação deverá facultar também, a pedido do utilizador profissional, uma ficha de segurança se essa preparação não estiver classificada como perigosa mas apresentar uma concentração individual ≥ 1% em peso, se não for gasosa, e ≥ 0,2% em volume, se for gasosa, de pelo menos uma substância perigosa para a saúde ou para o ambiente, ou de uma substância para a qual existam limites de exposição no local de trabalho fixados por legislação comunitária.

O objectivo da FS é informar de forma eficaz e suficiente o utilizador profissional sobre a perigosidade do produto para a saúde, a segurança e o ambiente, e permitir-lhe avaliar os riscos que a utilização desses

2005-1599_PT.indd 14 17-10-2006 16:15:39

Quadro I.1 Classificação, símbolos e indicações de perigo

Propriedades ou efeitos	Categorias de perigo	Identificação	
Físico-químicas	Explosivos	E EXPLOSIVO	
	Comburentes	O COMBURENTE	
	Extremamente inflamáveis	F+ EXTREMAMENTE INFLAMÁVEL	
	Facilmente inflamáveis	F FACILMENTE INFLAMÁVEL	
	Inflamáveis	R10	
Toxicológicas	Muito tóxicos	T+ MUITO TÓXICO	
	Tóxicos	T TÓXICO	
	Nocivos	Xn NOCIVO	
	Corrosivos	C CORROSIVO	
	Irritantes	Xi IRRITANTE	
	Sensibilizantes	Por inalação	R42 Xn NOCIVO
		Em contacto com a pele	R43 Xi IRRITANTE

Propriedades ou efeitos	Categorias de perigo	Identificação	
Efeitos específicos sobre a saúde	Cancerígenos	Cat. 1 e 2	R45 ou R49 T TÓXICO
		Cat. 3	R40 Xn NOCIVO
	Mutagénicos	Cat. 1 e 2	R46 T TÓXICO
		Cat. 3	R68 Xn NOCIVO
	Tóxicos para a reprodução	Cat. 1 e 2	R60, R61 T TÓXICO
		Cat. 3	R62, R63 Xn NOCIVO
Efeitos sobre o ambiente	Perigosos para o ambiente		R52, R53, R59 (*) N PERIGOSO PARA O AMBIENTE

(*) Neste caso, podem utilizar-se indistintamente as frases R ou o pictograma

agentes pode acarretar para os trabalhadores, bem como avaliar a perigosidade de outros agentes caso se coloque a hipótese da substituição.

Estas fichas devem ser redigidas na língua do país onde se efectua o fornecimento e têm de estar datadas. O seu conteúdo deverá ser actualizado à medida que forem sendo disponibilizados novos dados e as alterações introduzidas deverão ser comunicadas ao destinatário.

A extensa informação contida nas fichas de segurança deve seguir o modelo definido na Directiva 91/155/CEE, com a redacção que lhe foi dada pela Directiva 2001/58/CE, e estar agrupada de acordo com as 16 rubricas a seguir indicadas:

De acordo com o seu objectivo, o conjunto da informação contida na FS é essencial para uma análise eficaz dos perigos associados a um determinado produto. Por esta razão, a FS é a primeira fonte de informação para realizar a avaliação dos riscos derivados da presença de agentes químicos no local de trabalho.

2005-1599_PT.indd 15 17-10-2006 16:15:39

1. Identificação da substância/preparação e da sociedade/empresa.
2. Composição/informação sobre os componentes.
3. Identificação de perigos.
4. Primeiros socorros.
5. Medidas de combate a incêndios.
6. Medidas a tomar em caso de fugas acidentais.
7. Manuseamento e armazenagem.
8. Controlo da exposição/protecção individual.
9. Propriedades físicas e químicas.
10. Estabilidade e reactividade.
11. Informação toxicológica.
12. Informação ecológica.
13. Questões relativas à eliminação.
14. Informações relativas ao transporte.
15. Informação sobre regulamentação.
16. Outras informações.

No quadro I.2, apresenta-se um esquema da aplicação dos dados contidos nas diferentes rubricas da ficha.

A importância das fichas de segurança justifica que a empresa estabeleça uma gestão específica que permita a sua melhor utilização e aproveitamento.

No quadro I.3, apresenta-se um resumo das diferentes acções que pode comportar uma gestão adequada das FS. Essas acções têm vários objectivos:

- criar e manter um registo actualizado das FS correspondentes aos diversos produtos químicos utilizados na empresa, mantendo para o efeito o necessário contacto com os fornecedores, inclusivamente para obter informação necessária sobre produtos relativamente aos quais não se dispõe de FS;
- comparar a informação contida nas FS com a dos rótulos dos produtos químicos e as condições da sua utilização na empresa, sempre que se trate de uma nova FS ou de uma nova versão de FS;
- utilizar a informação contida nas FS nas avaliações de riscos no local de trabalho, assim como nas acções que sejam decididas relativamente a:
  - formação dos trabalhadores,
  - instruções de segurança,
  - informação dos trabalhadores,
  - procedimentos de emergência (incluindo a informação conveniente para os serviços de socorro externos);
- colocar as FS à disposição dos serviços de medicina do trabalho para serem utilizadas em ligação com as avaliações de riscos e a vigilância da saúde e com eventuais conselhos sobre procedimentos de emergência;
- ter as FS sempre à disposição dos trabalhadores ou dos seus representantes que desejem consultá-las.

I.1.3 Valores-limite de exposição profissional e valores-limite biológicos

Os valores-limite de exposição profissional e os valores-limite biológicos constituem parâmetros de referência específicos aplicáveis para a avaliação dos riscos derivados da exposição a agentes químicos nos locais de trabalho.

Os valores-limite podem subdividir-se em dois tipos, dependendo da forma como foram obtidos: tendo em conta exclusivamente critérios de saúde ou então tendo em conta, além disso, critérios de viabilidade. No primeiro caso, trata-se de valores de referência para assegurar a saúde dos trabalhadores. No segundo caso, que inclui os limites dos agentes genotóxicos (cancerígenos ou mutagénicos), são referências para os níveis de risco que não devem ser ultrapassados em nenhum momento. As listas de valores-limite devem distinguir inequivocamente estes dois tipos de valores.

Todos os Estados-Membros da UE devem possuir a sua própria lista nacional de valores-limite de exposição e de valores-limite biológicos conforme previsto na Directiva 98/24/CE. Os valores-limite a utilizar em cada país para efeitos de avaliação dos riscos serão os que figurarem na referida lista, e deverão ser aplicados de acordo com a sua natureza.

Convém recordar que, nos termos da legislação comunitária (Directiva 98/24/CE), qualquer substância para a qual tenha sido fixado um valor-limite de exposição deve ser considerada perigosa. É o caso das partículas de materiais insolúveis não classificados como perigosos para a saúde. O mesmo sucede com substâncias produzidas por decomposição ou no tratamento térmico de alguns materiais como, por exem-

2005-1599_PT.indd 16 17-10-2006 16:15:40

Quadro I. 2 (*) Aplicação da ficha de segurança

Informação geral	**Rubrica**
– Nome do fabricante e do fornecedor	1
– Composição química	2
– Propriedades físico-químicas	9

Utilização	**Rubrica**
– Utilizações recomendadas e restrições	16
– Manuseamento e armazenagem	7 e 15
– Protecção do utilizador	8
– Valores limite de exposição	8 e 15
– Limitações de comercialização e de utilização	15

Transporte	**Rubrica**
– Precauções e conselhos	14
– Perigosidade para o transporte	14

Perigos	**Rubrica**
– Segurança: inflamabilidade, explosividade, reactividade	3, 9 e 10
– Saúde: toxicidade	3 e 11
– Meio ambiente: ecotoxicidade	3 e 12

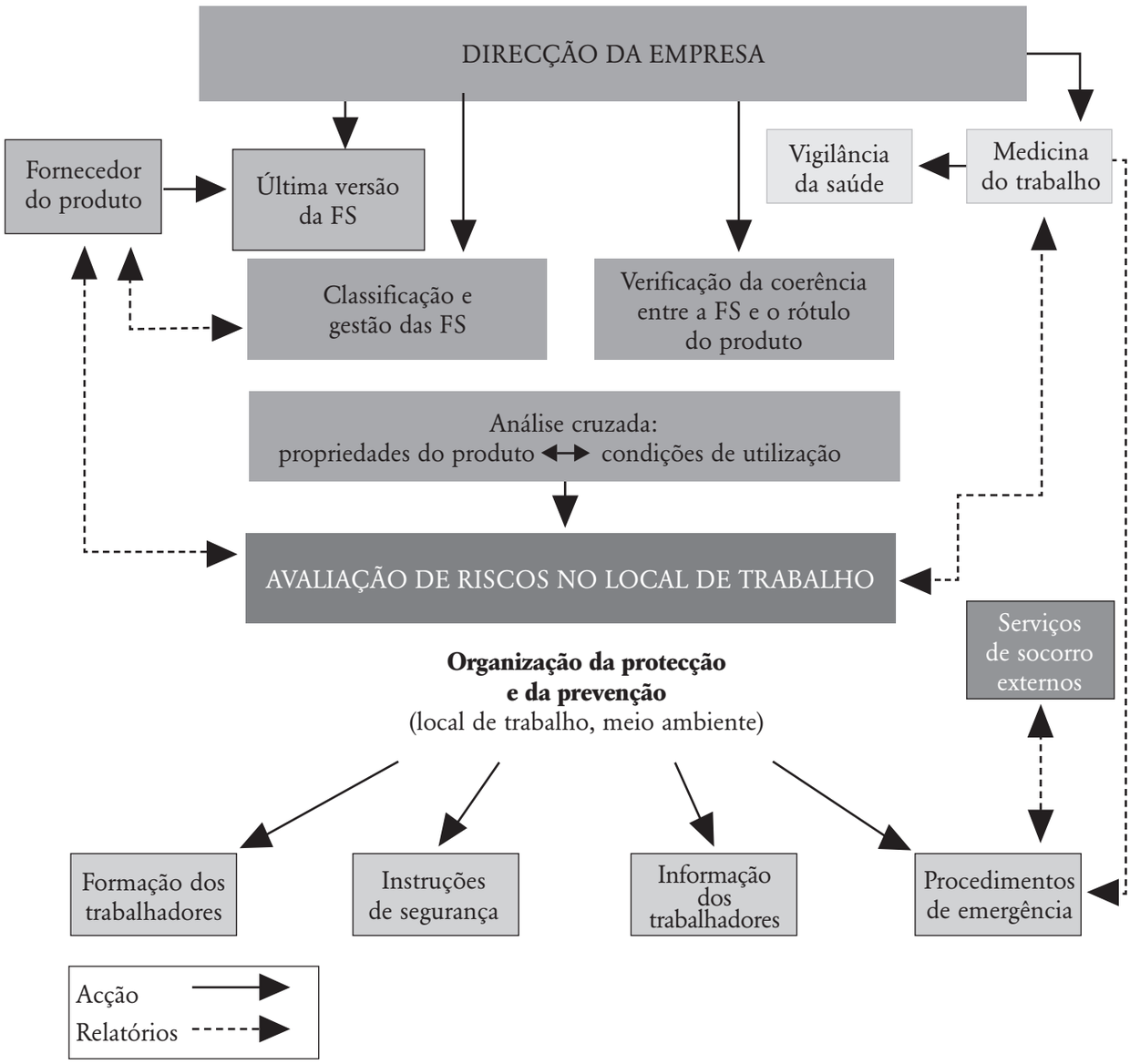
Eliminação	**Rubrica**
– Resíduos/desperdícios, reciclagem	13

Emergências	**Rubrica**
– Primeiros socorros	4
– Incêndio	5
– Fugas/derrames	6

(*) *Fonte*: Union des industries chimiques /Dt 62.

2005-1599_PT.indd 17 17-10-2006 16:15:40

Quadro I.3 (*) Gestão e utilização da ficha de segurança



(*) *Fonte:* Union des industries chimiques/Dt 62.

plo, determinados plásticos, alguns metais (soldadura e outras aplicações), alcatrão da hulha, etc.

1.1.4 Recomendações da Comissão Europeia relativas aos resultados da avaliação do risco e à estratégia de limitação do risco para substâncias

Trata-se de recomendações elaboradas de acordo com o Regulamento (CEE) n.º 793/93 do Conselho, de 23 de Março de 1993, relativo à avaliação e controlo dos riscos associados às substâncias existentes e referem-se a substâncias que foram seleccionadas como prioritárias para efeitos de avaliação.

Estas recomendações são publicadas no *Jornal Oficial da União Europeia*, série L e devem reflectir-se nas fichas de dados de segurança bem como nas respectivas actualizações.

2005-1599_PT.indd 18 17-10-2006 16:15:40

1.1.5 Outras fontes

Se a informação contida na ficha de segurança de um produto for insuficiente para avaliar correctamente os riscos derivados da sua presença nos locais de trabalho ou, por se tratar de um agente que não está abrangido pelas disposições sobre comercialização de produtos perigosos, **não for obrigatório o fornecimento de uma ficha de segurança,** o utilizador profissional poderá solicitar ao fabricante ou ao fornecedor a informação necessária, por força do disposto no n.º 3 do artigo 8.º da Directiva 98/24/CE.

Em qualquer caso, é possível obter informação útil a partir de outras fontes, a saber:

- normativo existente sobre transporte de mercadorias perigosas por estrada [ADR ([6])], por caminho-de-ferro [RID ([7])], por via aérea [ICAO-TI ([8])] e por via marítima [Código IMDG ([9])] ou fluvial [ADN ([10])]. Estes documentos contêm as classificações de perigosidade dos produtos químicos bem como os respectivos símbolos (pictogramas) e indicações;

- monografias e fichas de dados relativas a substâncias químicas elaboradas por várias instituições com base na informação científica e técnica existente, como, por exemplo, as fichas internacionais de segurança química, preparadas sob égide da ONU ([11]), da OIT ([12]) e da OMS ([13]) com a colaboração da Comissão Europeia, nas quais constam, entre outros dados relevantes em matéria de prevenção de riscos, os dados relativos à toxicidade da substância e aos limites de concentração admissíveis;

- bancos de dados disponíveis em CD-ROM ou *on-line;*

- bases de dados bibliográficos com resumos dos trabalhos publicados em revistas especializadas.

1.2 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

Com o objectivo de assegurar o controlo total dos riscos para a saúde das pessoas, a Directiva 98/24/CE estabelece para a entidade patronal a obrigação de determinar a presença de agentes químicos perigosos no local de trabalho, de os eliminar e, quando isso não seja possível, de avaliar o risco que deles possam advir.

O objectivo inicial da avaliação é conhecer os riscos a fim de os evitar. O evitamento dos riscos constitui, de facto, o primeiro princípio da prevenção, como se refere na Directiva-Quadro 89/391/CEE, no seu artigo 6.º, n.º 2, alínea a). Infelizmente, nem sempre é possível evitar os riscos e por isso a avaliação serve de base para os reduzir, uma vez que permite estabelecer prioridades, determinar as medidas de prevenção necessárias e conhecer a eficácia das já existentes.

A avaliação de riscos é fundamentalmente um processo informativo e de estudo das propriedades perigosas dos agentes químicos presentes, assim como das condições em que se trabalha com eles, que permite determinar os riscos existentes, as pessoas expostas e os possíveis danos que podem ocorrer (incluindo a eventual existência de susceptibilidade individual) e avaliar finalmente a possibilidade de esses danos se concretizarem.

Indicámos anteriormente que os riscos dos AQP se concretizam, seja através do *contacto directo* entre o AQP e o corpo humano, seja através da acção que sobre este pode exercer a *energia gerada* pelo AQP quando intervém numa reacção química, como é o caso de um incêndio ou de uma explosão.

Deve entender-se que os riscos a avaliar no âmbito da Directiva 98/24/CE são os que advêm da existência de agentes químicos perigosos, que podem ser um ou vários dos indicados a seguir:

– risco de incêndio e/ou de explosão;

– risco decorrente de reacções químicas perigosas que podem afectar a saúde e a segurança dos trabalhadores;

– risco por inalação;

– risco por absorção cutânea;

– risco por contacto com a pele ou com os olhos;

([6]) Acordo europeu relativo ao transporte internacional de mercadorias perigosas por estrada.
([7]) Regulamento relativo ao transporte ferroviário internacional de mercadorias perigosas.
([8]) Organização da Aviação Civil Internacional – Instruções técnicas.
([9]) Código Marítimo Internacional para o Transporte de Mercadorias Perigosas.
([10]) Recomendação sobre o transporte internacional de mercadorias perigosas por via navegável.
([11]) Organização das Nações Unidas.
([12]) Organização Internacional do Trabalho.
([13]) Organização Mundial de Saúde.

2005-1599_PT.indd 19 17-10-2006 16:15:41

– risco por ingestão;

– risco por penetração por via parentérica.

Um factor de risco a ter em conta, independentemente da perigosidade intrínseca do agente, é o que decorre da falha das instalações, que pode ter consequências para a saúde e a segurança dos trabalhadores, pelo que convém ter em conta os riscos químicos decorrentes dessas falhas. No quadro I.1, indicam-se de forma esquemática os possíveis riscos devidos aos agentes químicos perigosos assim como uma relação não exaustiva das circunstâncias (condições, propriedades, factores, etc.) que os acompanham.

Por outro lado, os danos causados à saúde podem manifestar-se após um contacto prolongado (desde alguns minutos até anos) com o AQP ou ao fim de um período relativamente curto ou até instantaneamente. No primeiro caso, falaremos de risco por exposição e, no segundo, de risco de acidente. Dadas as diferenças intrínsecas entre ambas as categorias, não é possível um tratamento único para avaliar os respectivos riscos e por isso devem tratadas separadamente.

Quadro I.1 Riscos derivados da existência de agentes químicos perigosos

Risco	Alguns factores de risco
Riscos de incêndio e/ou explosão	• Estado físico (gás, vapor, pó fino, etc.) • Pressão/temperatura • Inflamabilidade do agente químico perigoso • Potência calorífica dos materiais • Concentração ambiental (limites de inflamabilidade) • Focos de ignição (fumar, operações com chama, ferramentas, calçado, cargas electrostáticas, reacções químicas exotérmicas)
Riscos por reacções químicas perigosas	• Reactividade e instabilidade química dos agentes químicos perigosos • Sistemas de refrigeração insuficientes • Sistema de controlo das principais variáveis da reacção pouco fiável (regulação de pressão, temperatura e caudal)
Riscos por inalação do agente	• Toxicidade do agente químico perigoso • Concentração ambiental • Tempo de exposição • Trabalhadores especialmente sensíveis
Riscos por absorção cutânea	• Localização e extensão do contacto do agente químico com a pele • Toxicidade do agente químico perigoso por via cutânea • Duração e frequência do contacto • Trabalhadores especialmente sensíveis
Riscos por via parentérica	• Toxicidade do agente químico perigoso • Deterioração da pele • Trabalhadores especialmente sensíveis
Riscos por ingestão	• Toxicidade do agente químico perigoso • Hábitos de higiene pessoal • Possibilidade de comer, beber ou fumar no local de trabalho • Trabalhadores especialmente sensíveis
Riscos por contacto da pele ou dos olhos com o agente químico	• Gestão incorrecta de equipamentos de protecção individual • Procedimento de trabalho inadequado • Sistema de trasfega incorrecto
Riscos químicos derivados das instalações que possam ter consequências para a segurança e saúde dos trabalhadores	• Corrosão de materiais e instalações • Inexistência de meios de controlo de fugas e derrames (bacias de retenção, protecção contra impactos mecânicos) • Inexistência de manutenção preventiva

2005-1599_PT.indd 20 17-10-2006 16:15:41

A avaliação dos riscos pode ser efectuada com diferentes graus de profundidade. Nesse sentido, e como alternativa às avaliações pormenorizadas e complexas, em alguns casos, pode optar-se por metodologias de avaliação dos riscos simplificadas. No quadro I.4, apresentam-se as diferentes possibilidades para realizar a avaliação de riscos derivados de agentes químicos.

(a) Na avaliação dos *riscos por exposição* ao agente químico perigoso seguem-se os critérios habitualmente utilizados pela higiene industrial, tendo em conta as seguintes variáveis:

- as propriedades perigosas dos agentes químicos, em particular a informação contida na ficha de segurança que o fornecedor tem a obrigação de facultar, e os valores-limite de exposição profissional ou os valores-limite biológicos fixados por lei;
- o tipo de exposição (cutânea, inalatória…);
- a duração da exposição;
- as condições de trabalho no que se refere aos agentes em causa, incluindo as quantidades dos mesmos;
- sempre que disponíveis, as conclusões retiradas dos estudos de vigilância da saúde.

De um modo geral, a *consideração das condições de trabalho deve incluir os resultados das medições ambientais efectuadas no que se refere aos valores-limite de exposição profissional;* sempre que se ultrapassa um valor-limite de exposição profissional fixado de maneira efectiva no território de um Estado-Membro, a entidade patronal deve agir imediatamente, tendo em conta a natureza desse limite, a fim de sanar a situação através da adopção de medidas de prevenção e protecção.

Todavia, e tal como previsto na Directiva 98/24/CE (artigo 6.º, n.º 4) é possível não realizar medições ambientais desde que «*a entidade patronal demonstre claramente, por outros meios de avaliação, ... que foram realizadas a prevenção e a protecção adequadas*». Desta forma, podem utilizar-se, logo à partida, sistemas de avaliação simplificados como o que se apresentam mais adiante (parte A do anexo 2). As metodologias simplificadas deste tipo apresentam também a vantagem de permitir uma aproximação semiquantitativa à dimensão do risco, na ausência do valor-limite de exposição.

Em todo o caso, na avaliação da exposição a agentes químicos perigosos por inalação pode seguir-se a EN 689:1995. No anexo 5 incluem-se directrizes práticas baseadas nesta norma.

(b) A avaliação dos riscos derivados da capacidade dos agentes químicos perigosos para produzirem acidentes, nomeadamente incêndios, explosões ou outras reacções químicas perigosas, abrange:

Quadro I.4 Metodologias de avaliação do risco ligado à presença de agentes químicos perigosos (AQP) no local de trabalho

	Avaliações simplificadas	**Avaliações complexas**
Risco por exposição (a)	Ver metodologia proposta no anexo 2, parte A	Medições ambientais segundo a EN 689:1995 (ver anexos 4 e 5)
Risco de acidente (b)	Ver metodologia proposta no anexo 2, parte B	• HAZOP ([14]) • Árvores de falhas ([15]) • Árvores de acontecimentos ([16])

([14]) HAZOP (Hazard and Operability) é um método que consiste num exame crítico, formal e sistemático de um processo ou projecto de engenharia de uma nova instalação para avaliar o risco potencial da operação ou do funcionamento incorrecto dos componentes individuais dos equipamentos e os seus efeitos sobre a instalação no seu conjunto. Este método foi desenvolvido pela ICI (Imperial Chemical Industries) no Reino Unido para ser aplicado na concepção de fábricas de pesticidas.

([15]) O método de análise das árvores de falhas (*Fault Tree Analysis*) parte da pré-selecção do «acontecimento não desejado ou evento que se pretende evitar» (*Top Event*). De maneira sistemática, representam-se as diferentes combinações de situações que podem resultar nesse evento. Cada acontecimento é gerado a partir de acontecimentos de nível inferior, sendo os operadores ou portas lógicas «Y» ou «O» o nexo de união entre níveis. A árvore de falhas, servindo-se da álgebra booleana, permite conhecer o «conjunto mínimo de falhas» que podem conduzir ao «acontecimento não desejado».

([16]) As árvores de acontecimentos constituem um método indutivo que parte de um acontecimento iniciador e, em função das respostas dos diferentes elementos de segurança incorporados na instalação, a árvore descreve as sequências acidentais que podem conduzir a acontecimentos diferentes.

2005-1599_PT.indd 21 17-10-2006 16:15:41

- os perigos derivados da natureza físico-química dos agentes químicos;
- os factores de risco identificados no armazenamento, transporte e utilização;
- as consequências previstas em caso de concretização.

Para avaliar este tipo de riscos existem metodologias complexas como a HAZOP, as árvores de falhas, as árvores de sucessos, etc., que, por serem de conhecimento e aplicação universais, não vamos desenvolver neste Guia. Estas metodologias devem ser utilizadas sempre que se verifiquem as seguintes condições:

- as consequências da concretização do risco podem chegar a ser muito graves, tanto em termos de perdas humanas como materiais ou ambientais, seja na própria empresa ou fora dela;
- é necessário um conhecimento profundo das instalações;
- a sua aplicação requer habitualmente a participação de uma equipa de trabalho que garanta o conhecimento profundo de diversas áreas (processo, instrumentação, manutenção, prevenção, engenharia, etc.);
- face à gravidade das possíveis consequências, é habitual centrar a análise no dano máximo que o acidente pode causar (*top event*).

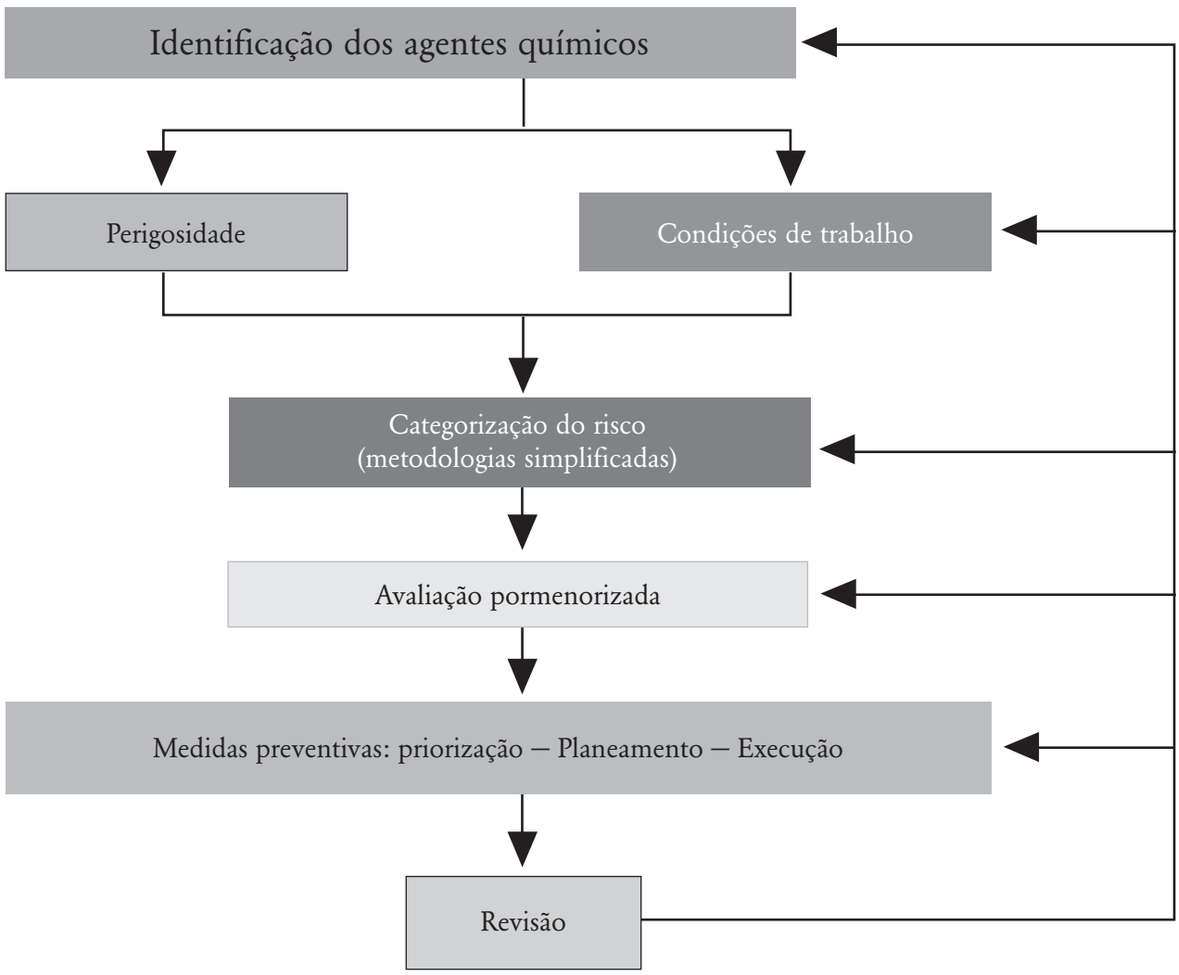
Por outro lado, podem utilizar-se as avaliações simplificadas (como a que se propõe na parte B do anexo 2) quando não seja razoável prever que o acidente pode ter consequências catastróficas. Regra geral, não têm por objectivo calcular o valor absoluto do risco mas, dada a sua simplicidade, permitem obter apenas um conhecimento aproximado da dimensão do risco que muitas vezes será suficiente para hierarquizar os riscos e, consequentemente, fixar prioridades para a acção preventiva.

No quadro I.5 apresentam-se, de forma esquemática e sequencial, as diferentes etapas que constituem a prevenção dos riscos quando se trabalha com agentes químicos perigosos e que são tratadas na sua totalidade na parte I das presentes directrizes práticas. No capítulo 1 da parte I, analisaram-se os aspectos relativos à identificação bem como os aspectos gerais da avaliação dos riscos. No anexo 2 das presentes directrizes, apresentam-se duas metodologias simplificadas para a categorização do risco (etapa recomendada antes de realizar a avaliação pormenorizada dos riscos). Nos capítulos 2 e 3, desenvolvem-se, respectivamente, os princípios da prevenção (aplicáveis em qualquer situação laboral com agentes químicos perigosos) e as medidas de prevenção e protecção, onde se incluem 16 fichas descritivas deste tipo de medidas.

O diagrama é iterativo no seu percurso, dado que a avaliação dos riscos e a eficácia das medidas de prevenção existentes devem ser periodicamente objecto de revisão (e, necessariamente, perante qualquer alteração dos agentes químicos ou das condições de trabalho).

2005-1599_PT.indd 22 17-10-2006 16:15:42

Quadro I.5 Diagrama de actuação na avaliação de riscos e acções decorrentes



2 PRINCÍPIOS GERAIS DE PREVENÇÃO DOS RISCOS ASSOCIADOS A AQP

Os princípios da acção preventiva expostos no presente capítulo devem ser entendidos na acepção dos enunciados dos n.os 1 e 2 do artigo 6.º da Directiva 89/391/CEE aplicados às actividades com agentes químicos perigosos. Estes princípios constam do artigo 5.º da Directiva 98/24/CE, com o preâmbulo seguinte:

«Os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores no local de trabalho que envolvam agentes químicos perigosos devem ser eliminados ou reduzidos ao mínimo…»

A eliminação do risco associado ao trabalho com um agente químico perigoso torna-se efectiva quando esse agente desaparece, sendo por isso desejável a sua substituição por outro agente ou processo que permita eliminar ou reduzir o risco. Quando essa substituição não é tecnicamente possível, há que reduzir o risco através de medidas de prevenção ou protecção. Normalmente, o resultado da avaliação do risco e a informação que dela se retira permitem determinar com precisão quais são as medidas preventivas a adoptar.

Devem aplicar-se os princípios gerais de prevenção sempre que se trabalhar com agentes químicos perigosos, independentemente de, além disso, a avaliação dos riscos indicar a necessidade de aplicar medidas específicas de prevenção. A aplicação destes princípios consiste na integração dos aspectos básicos da prevenção na organização do trabalho e, geralmente, trata-se apenas de aplicar a lógica e o bom-senso à realização dos trabalhos com agentes químicos perigosos.

2005-1599_PT.indd 23 17-10-2006 16:15:42

PRINCÍPIOS DE ELIMINAÇÃO OU REDUÇÃO DOS RISCOS

- Concepção e organização dos sistemas de trabalho no local de trabalho.
- Fornecimento de equipamentos adequados para trabalhar com agentes químicos, e procedimentos de manutenção que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.
- Redução ao mínimo do número de trabalhadores expostos ou que possam estar expostos.
- Redução ao mínimo da duração e intensidade da exposição.
- Medidas de higiene adequadas.
- Redução das quantidades de agentes químicos presentes no local de trabalho ao mínimo necessário para o tipo de trabalho em causa.
- Procedimentos de trabalho adequados, incluindo medidas para o manuseamento, a armazenagem e a transferência, no local de trabalho e em condições de segurança, dos agentes químicos perigosos e dos resíduos que contenham tais agentes.

Concepção e organização dos sistemas de trabalho

A integração da prevenção na actividade da empresa começa ao considerá-la desde o momento da concepção dos processos produtivos: pintar por imersão ou por projecção, empregar um processo químico de alta ou de baixa pressão, utilizar este ou aquele tipo de desengordurante, por exemplo, são opções que devem ser feitas tendo em conta não só os aspectos tecnológicos e económicos, mas também e *simultaneamente* os riscos para a saúde dos trabalhadores que possam advir de cada uma das várias alternativas.

Embora a tecnologia possa condicionar e de facto condicione frequentemente parte da organização do trabalho, este condicionamento costuma estar longe de ser absoluto; por isso, resta habitualmente uma ampla margem de opções organizacionais cuja selecção deve ter também em conta os aspectos preventivos.

Fornecimento de equipamentos adequados para trabalhar com agentes químicos, e procedimentos de manutenção que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores

Os equipamentos devem ser seleccionados e instalados tendo em conta a perigosidade e as características do agente a utilizar ou produzir, bem como a área envolvente do local onde vai ser instalado (por exemplo, em equipamentos destinados a atmosferas explosivas deveria utilizar-se sistemas de comando e accionadores totalmente pneumáticos ou hidráulicos e, se forem eléctricos, devem ser anti-explosivos). A selecção e aquisição dos equipamentos de trabalho devem observar os requisitos das directivas relativas à segurança do produto que lhes sejam aplicáveis (98/37/CE, 94/9/CE…) e a adequação dos equipamentos sem marcação CE e a sua utilização deverão cumprir os requisitos da Directiva 89/655/CEE.

Os equipamentos e instalações de cuja idoneidade e correcto estado dependa a segurança do processo devem ser objecto de uma planificação rigorosa de revisões e manutenção, com registro documental da respectiva execução.

Redução ao mínimo do número de trabalhadores expostos ou que possam estar expostos

Quando o risco não é eliminado, existe a probabilidade de se concretizar e de produzir danos (consequências). Uma maneira evidente de diminuir as consequências consiste em reduzir ao mínimo possível o número de pessoas expostas ao risco. Esta medida, que não reduz o risco individual, reduz o risco global que o trabalho com agentes químicos perigosos acarreta. Na prática, isso consegue-se através da organização das tarefas de forma a serem executadas pelo número de pessoas estritamente necessário, da separação das zonas de trabalho com agentes químicos perigosos das restantes actividades da empresa, e da limitação do acesso às zonas de risco.

Redução ao mínimo da duração e intensidade da exposição

A exposição a um agente químico por via inalatória pode ser facilmente quantificada, multiplicando-se a concentração ambiental pelo tempo de exposição ao agente. A redução de qualquer uma destas duas variáveis implica a redução da exposição. É aconselhável organizar o trabalho de forma a minimizar o tempo de exposição, reduzindo-o ao estritamente necessário.

2005-1599_PT.indd 24 17-10-2006 16:15:42

O valor da concentração ambiental depende de vários factores entre os quais se destacam o grau ou nível de geração do agente químico e a ventilação do local de trabalho.

A concentração ambiental de um agente químico gerado durante o trabalho aumenta continuamente num local não ventilado. Todos os locais de trabalho (e principalmente aqueles onde existem agentes químicos perigosos) devem respeitar os requisitos mínimos de ventilação estabelecidos na Directiva 89/654/CE.

A geração de um agente químico está relacionada com certas características do processo, como a temperatura ou a pressão, e, de um modo geral, a energia envolvida. Frequentemente, o ajustamento de parâmetros como os mencionados aos valores efectivamente necessários para o processo, ou apenas o cuidado com que se realizam certas operações manuais, proporcionam só por si uma melhoria considerável das condições. Eis alguns exemplos destas acções:

- adaptar (diminuir) a pressão do ar que entra, utilizado em operações de projecção de tinta, solventes, areia, etc.;
- evitar as superfícies de evaporação abertas (banhos, tanques, recipientes);
- ajustar a temperatura necessária ou a densidade da corrente eléctrica em reacções electrolíticas, de banhos abertos, de modo a reduzir a evaporação e o arrastamento de aerossóis (nuvens);
- actuar comedidamente em operações manuais simples que possam contaminar facilmente (despejo de sacos, transporte de sacos ou bandejas abertos, limpeza dos equipamentos por sacudimento ou ar comprimido, etc.).

Medidas de higiene adequadas

A exposição a um agente químico pode ter lugar por contacto com a pele. Regra geral, deve evitar-se o contacto directo do agente químico com a pele e proceder de imediato à sua limpeza, em caso de impregnação acidental. Também a roupa impregnada deve ser substituída de imediato, pois proporciona uma superfície de contacto e, consequentemente, de absorção cutânea. Por outro lado, a roupa com sujidades pode representar um foco de contaminação adicional.

Hábitos contrários à higiene mais elementar, como fumar, comer ou beber nos locais de trabalho, devem ser erradicados, por maioria de razão, quando se trabalha com agentes químicos perigosos, pois favorecem a ingestão involuntária e sistemática desses agentes. Pelos motivos expostos, é aconselhável a implementação de boas práticas de higiene pessoal, através de acções como as seguintes:

- a proibição de comer, beber ou fumar nas zonas onde possam estar presentes agentes químicos perigosos;
- a manutenção de um mínimo de limpeza da roupa de trabalho e do seu uso habitual em vez do vestuário de rua;
- a disponibilidade e utilização das instalações para a higiene pessoal antes das refeições e no final do dia de trabalho;
- os produtos de limpeza, assim como os de cuidados da pele, nunca devem ser agressivos;
- ter em atenção as necessidades específicas das trabalhadoras grávidas ou lactantes.

Por outro lado, é aconselhável ampliar as medidas de higiene aos locais e instalações, assegurando que as operações de limpeza não constituam um risco adicional para os trabalhadores. As substâncias sólidas em forma de pó ou fibras, depositadas no pavimento e outras superfícies, podem voltar ao ambiente respirável de trabalho devido a correntes de ar existentes ou geradas pela passagem de pessoas ou veículos que, por sua vez, provocam a sua desagregação em partículas mais pequenas e facilitam a sua dispersão pelo ar, aumentando a sua concentração no ambiente.

Os derrames de substâncias líquidas sobre o solo e sobre a maquinaria de trabalho, assim como trapos e papéis impregnados convertem-se em focos secundários de geração de agentes químicos. Assim, deve incentivar-se os trabalhadores a manterem limpa a sua zona de trabalho e a evitarem a acumulação de materiais que contenham agentes químicos perigosos.

É aconselhável limpar por aspiração os locais de trabalho, com uma frequência adequada à magnitude do problema, que deve ser determinada a partir da avaliação dos riscos. Habitualmente, a limpeza do pavimento deve ser feita todos os dias e completada com operações de limpeza em maior profundidade que se estende às paredes e tectos e, de um modo geral, a lugares de difícil acesso.

2005-1599_PT.indd 25 17-10-2006 16:15:42

A eliminação ou limpeza de derrames deverá efectuar-se, consoante o caso, com agentes absorventes ou neutralizantes que, depois de usados, serão depositados em recipientes próprios para resíduos, para serem retirados e, eventualmente, sujeitos a um tratamento posterior.

Redução das quantidades de agentes químicos presentes no local de trabalho ao mínimo necessário para o tipo de trabalho em causa

A magnitude e as consequências de uma explosão ou de um incêndio podem depender da quantidade de um agente químico presente no local de trabalho. De igual modo, o risco de inalação ou de contacto com agentes químicos está relacionado com a quantidade. De facto, embora a concentração no ar dependa das propriedades e do estado do agente químico, como a volatilidade e a temperatura, existe, de um modo geral, uma relação entre a concentração no ar e a quantidade utilizada no local de trabalho. Sabendo que a quantidade é um factor determinante da magnitude do risco, é necessário reduzi-la ao mínimo possível para cada operação, dado que isso conduz a uma redução eficaz da intensidade da exposição. A quantidade mínima recomendada para um agente químico num local de trabalho não é um valor absoluto mas depende das suas propriedades perigosas, tomando-se precauções especiais, por exemplo, no caso das substâncias inflamáveis, sensibilizantes ou cancerígenas (ver quadros A2.4 e A2.5 no anexo 2).

A utilização de contentores de baixa capacidade no local de trabalho e a armazenagem em zonas específicas dos contentores de capacidade mais elevada é uma regra que poderia ser implementada a fim de pôr em prática este princípio de prevenção. Neste caso, não deverá ser subestimado o risco decorrente da armazenagem e da trasfega de produtos químicos (ver recomendações nas fichas n.os 7 e 11, respectivamente, do capítulo 3 da parte I das presentes directrizes).

Procedimentos de trabalho adequados, incluindo medidas para o manuseamento, a armazenagem e a transferência, no local de trabalho e em condições de segurança, dos agentes químicos perigosos e dos resíduos que contenham esses agentes

Quando os procedimentos são correctamente concebidos, podem evitar exposições desnecessárias, tornando-se tecnicamente imprescindíveis em determinados casos, a saber:

- na realização de operações de risco crítico. Por exemplo, uma operação esporádica que possa ocasionar uma contaminação ambiental importante deverá ser realizada quando a unidade fabril não estiver ocupada, a fim de evitar a exposição de trabalhadores que não participam directamente na sua execução;

- em situações de risco desconhecido. Por exemplo, na realização de um processo do qual não existam precedentes e cuja avaliação de risco seja uma estimativa puramente teórica. Nessas situações, os procedimentos deverão fazer parte dos contratos de trabalho, que deverão limitar aos trabalhadores qualificados a execução de determinadas tarefas;

- em operações nas quais as medidas de prevenção sejam insuficientes e em que seja possível reduzir ou eliminar o risco através de normas de actuação predeterminadas. Por exemplo, a activação do sistema de extracção localizada, antes de se iniciar uma determinada operação que assim o exija.

A aplicação destes princípios, juntamente com as acções de formação e informação previstas na Directiva 98/24/CE, pode reduzir suficientemente os riscos menos importantes (riscos baixos) mas, de um modo geral, se o risco não for eliminado, serão necessárias medidas adicionais específicas adequadas a cada situação.

Nos quadros A3.1 e A3.2 do anexo 3 deste Guia são descritos alguns exemplos que permitem ver a diferença entre a aplicação de regras gerais que afectam fundamentalmente a organização e as medidas preventivas específicas que se aplicam em ambos os casos.

2005-1599_PT.indd 26 17-10-2006 16:15:43

Quadro I.2 Aplicação dos princípios de prevenção

No quadro I.2 indicam-se algumas medidas concretas que aplicam os princípios gerais de prevenção.

PRINCÍPIOS GERAIS DE PREVENÇÃO	APLICAÇÃO
Redução ao mínimo do número de trabalhadores expostos.	• Limitação do acesso a determinadas áreas, de modo a impedir a exposição desnecessária dos trabalhadores de outros postos de trabalho. • Separação física de zonas para a realização de determinadas operações.
Redução ao mínimo da duração e intensidade da exposição.	• Prever uma ventilação suficiente dos locais. • Adaptar variáveis do processo sem diminuir o rendimento.
Medidas de higiene adequadas.	• Adaptar zonas para refeições e fumadores
Redução das quantidades de agentes químicos.	• Dispor no local de trabalho das quantidades de agentes químicos imprescindíveis para o trabalho.
Fornecimento de equipamentos adequados e procedimentos de manutenção seguros.	• Definir os requisitos a que devem obedecer os equipamentos de trabalho antes da sua aquisição e documentar as operações de manutenção.
Concepção e organização dos sistemas de trabalho no local de trabalho.	• Eliminação ou adequação de operações nas quais, não sendo necessário, possa existir contacto com os agentes.
Procedimentos de trabalho adequados.	• Directrizes escritas para a realização de tarefas, especificando passo a passo os requisitos de segurança a ter em conta. • Supervisão da correcta aplicação dessas directrizes escritas.

3 MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PREVENÇÃO E PROTECÇÃO PARA CONTROLAR O RISCO QUÍMICO

3.1 MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PREVENÇÃO E PROTECÇÃO E RESPECTIVA PRIORIZAÇÃO

Se a estratégia global de prevenção por aplicação dos princípios gerais definidos no artigo 5.º da Directiva 98/24/CE se revelar insuficiente para reduzir os riscos derivados da presença de agentes químicos perigosos, a entidade patronal deve proceder à aplicação das medidas específicas referidas nos artigos 6.º, 7.º e 10.º da mesma Directiva. Ao aplicar estas medidas, a entidade patronal poderá levar em linha de conta as orientações constantes do quadro 1.3. As medidas aplicam-se:

- ao próprio agente químico;
- ao processo;
- ao local de trabalho;
- ao método de trabalho.

Em alguns casos, estas medidas permitirão eliminar o risco, ao passo que, noutros casos, permitirão apenas uma redução do mesmo ou visarão a protecção do trabalhador. O quadro I.3 apresenta um resumo das principais medidas específicas aplicáveis, dando prioridade às que eliminam o risco em relação às que apenas o reduzem e a estas últimas em relação àquelas que têm como objectivo atenuar as consequências da concretização do risco e proteger o trabalhador. Assim, *a prioridade da medida preventiva é estabelecida por colunas e, dentro de cada coluna, da esquerda para a direita.*

Seguidamente, dão-se indicações resumidas sobre a aplicação de cada uma dessas medidas, através de fichas-resumo acompanhadas, nalguns casos, de ilustrações no verso. Algumas das soluções destas fichas têm correspondência com as estratégias de controlo dos «COSHH Essentials». Por exemplo, a ficha n.º 6 relativa à extracção localizada corresponde ao nível 2 da estratégia de controlo dos «COSHH Essentials» e a ficha n.º 5 relativa ao confinamento corresponde ao nível 3.

2005-1599_PT.indd 27 17-10-2006 16:15:43

Quadro I.3 Medidas específicas de prevenção e respectiva prioridade

Prio-ridade	**Objectivo**	**Âmbito de aplicação**			
		Agente químico	***Processo ou instalação***	***Local de trabalho***	***Método de trabalho***
1.º	*Eliminação do riscos*	• Substituição total do agente químico	• Modificação do processo • Utilização de equipamentos intrinsecamente seguros ([1])		• Automatização
2.º	*Redução – Controlo do risco*	• Substituição parcial do agente. • Mudança de forma ou estado físico ([2])	• Processo fechado • Extracção localizada	• Armazenagem segura • Separação de departamentos sujos • Ventilação por diluição • Prevenção de incêndios	• Manuseamento seguro • Transporte interno seguro
3.º	*Protecção do trabalhador*			• Lava-olhos e chuveiros • Protecção contra incêndios • Prevenção e protecção contra explosões	• EPI de protecção respiratória, cutânea ou ocular

([1]) Aplicável para eliminar o risco de incêndio ou explosão.
([2]) Por exemplo, o manuseamento de um material sólido por via húmida, em forma de pasta ou gel, ou o seu encapsulamento, pode reduzir o risco de inalação.

2005-1599_PT.indd 28 17-10-2006 16:15:43

1 SUBSTITUIÇÃO (TOTAL OU PARCIAL) DO AGENTE QUÍMICO

Descrição

Nos termos do disposto no artigo 6.º, n.º 2, da Directiva 98/24/CE, a substituição do agente químico perigoso será a medida específica preferencial para eliminar ou reduzir o risco químico. A substituição, no entanto, apresenta dois problemas principais que muitas vezes dificultam a sua aplicação:

1) não é fácil encontrar agentes químicos que sejam tecnicamente viáveis como substitutos;

2) os substitutos tecnicamente viáveis podem apresentar também um certo grau de perigosidade, que deve ser considerado.

A solução para a primeira dificuldade depende das características técnicas do processo. O segundo problema pode ser resolvido com algum dos métodos existentes sobre a substituição de substâncias químicas, tal como o que foi elaborado pelo Berufsgenossenschattliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA) que descreveremos mais adiante.

Âmbito de aplicação

- Existe um substituto tecnicamente viável.
- A sua perigosidade é menor que a do agente químico perigoso utilizado.

Fundamentos de concepção

O BIA elaborou um método para a avaliação de substitutos cuja utilização se recomenda naqueles casos em que não se disponha de informação específica que indique qual é o substituto adequado do ponto de vista da segurança e da saúde.

Este método baseia-se na análise da perigosidade do agente químico substituto através das frases R que lhe tenham sido atribuídas (quadro I.4). Em função dessas frases, o agente químico usado inicialmente e o seu potencial substituto devem ser colocados numa das casas de cada uma das cinco colunas do quadro em anexo. O substituto será adequado, se apresentar um risco menor do que o do agente químico originalmente utilizado, em *cada uma das colunas.*

Exemplo de aplicação: um processo onde se pretende substituir o benzeno por tolueno. O processo é fechado mas existem possibilidades de exposição na recolha de amostras.

As frases R aplicáveis ao benzeno são: R11, R45, R48/23/24/25

As frases R aplicáveis ao tolueno são: R11, R20.

O tolueno seria um substituto adequado para o benzeno, uma vez que em todas as colunas fica ao mesmo nível ou abaixo deste, como se pode ver no quadro *infra*.

Exemplos de substituição de substâncias

Na história da higiene industrial, abundam os exemplos de substituições realizadas com êxito. Um exemplo clássico é o da substituição do fósforo branco por fósforo vermelho no fabrico de fósforos, embora seja de assinalar que essa substituição teve lugar para resolver um problema fiscal e não para diminuir os riscos do processo, o que no entanto se conseguiu em grande medida. No campo do desengorduramento, registou-se uma série de substituições bem conhecidas: de nafta de petróleo para tetracloreto de carbono, que posteriormente deu lugar aos hidrocarbonetos halogenados, que por sua vez foram substituídos pelos fluorados.

Outras substituições bem sucedidas registaram-se na área dos abrasivos, onde a sílica cristalina foi substituída por compostos sintéticos como o carborundo, de muito baixa perigosidade. Sucedeu o mesmo no domínio da pintura, onde os solventes foram progressivamente substituídos, em muitas aplicações, por água que além de ser menos tóxica é também muito mais barata.

2005-1599_PT.indd 29 17-10-2006 16:15:43

Nível de risco	Risco agudo para a saúde	Risco crónico para a saúde	Risco de incêndio e explosão	Exposição potencial	Perigos associados ao processo
Muito alto		Benzeno (R45)			
Alto	Benzeno (R25)		Benzeno, tolueno (R11)	Benzeno (pressão de vapor: 100 hPa)	
Médio	Tolueno (R20)			Tolueno (pressão de vapor: 29 hPa)	Benzeno, tolueno
Baixo					
Desprezável					

2005-1599_PT.indd 30 17-10-2006 16:15:44

2005-1599_PT.indd 31

Quadro I.4 Modelo de colunas (*)

Nível de risco	Risco agudo para a saúde	Risco crónico para a saúde	Risco de incêndio e explosão	Exposição potencial	Perigos associados ao processo
Muito alto	R26, R27, R28, R32	R45, R46, R49 (*) Preparações que contêm mais de 0,1% de substâncias cancerígenas das categorias 1 ou 2	R2, R3, R12, R17	Gases Líquidos com pressão de vapor superior a 250 hPa Sólidos que produzem pó. Aerossóis	Processo aberto Possibilidade de contacto directo com a pele Aplicação numa superfície muito grande.
Alto	R23, R24, R25, R29, R31, R35, R42, R43 Sensibilizantes da pele ou do tracto respiratório Preparações que contêm sensibilizantes cutâneos ou respiratórios em concentração superior ou igual a 1% (0,2%, no caso de gases).	R40, R60, R61, R68 Preparações que contêm substâncias tóxicas para a reprodução das categorias 1 ou 2 em concentrações superiores a 0,5% (0,2%, no caso de gases) Preparações que contêm mais de 1% de substâncias tóxicas para a reprodução da categoria 3	R1, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R11, R14, R15, R16, R18, R19, R30, R44.	Líquidos com pressão de vapor entre 50 e 250 hPa.	
Médio	R20, R21, R22, R34, R41, R64 Asfixiantes simples	R62, R63 Preparações que contêm mais de 5% (1%, no caso de gases) de substâncias tóxicas para a reprodução da categoria 3	R10	Líquidos com pressão de vapor entre 10 e 50 hPa (excepto água)	(*) Processo fechado mas com possibilidade de exposição ao encher, na recolha de amostras ou na limpeza.
Baixo	R36, R37, R38, R65, R66, R67 Problemas cutâneos ao trabalhar em ambientes húmidos.		Substâncias pouco inflamáveis (ponto de inflamação entre 55ºC e 100ºC)	Líquidos com uma pressão de vapor entre 2 e 10 hPa	
Desprezável	Agentes químicos não perigosos		Substâncias não inflamáveis ou de inflamabilidade muito baixa (ponto de inflamação superior a 100ºC).	Líquidos com uma pressão de vapor inferior a 2 hPa. Sólidos não pulverulentos.	Equipamento estanque Equipamento fechado com extracção localizada nos pontos de emissão.

(*) No quadro, não se reproduz a coluna correspondente ao perigo para o ambiente, dado que a respectiva avaliação deve ser efectuada tendo em conta as normas nacionais dos Estados Membros.

17-10-2006 16:15:44

2 UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS INTRINSECAMENTE SEGUROS

Descrição

- Consiste em adquirir equipamentos concebidos e construídos de acordo com critérios de segurança intrínseca, sendo que o respectivo produtor deverá ter previsto a sua utilização em operações de transformação ou trasfega de produtos com determinadas propriedades físico-químicas (corrosividade, inflamabilidade) ou em condições de trabalho especialmente agressivas (exemplo: para utilização em ambientes corrosivos ou muito húmidos) ou perigosas (exemplo: em atmosferas potencialmente inflamáveis ou explosivas). A marcação «CE» do equipamento garante essas prestações.
- Deverão seguir-se critérios análogos quando o resultado da avaliação de riscos puser em evidência a necessidade de adequar equipamentos já instalados e em uso.

Âmbito de aplicação

- Quando está previsto que os produtos que se manipulam ou transformam com esses equipamentos, pela sua perigosidade intrínseca (inflamabilidade ou explosividade) ou pelas características especialmente agressivas do meio envolvente em que estão instalados (corrosividade, atmosferas potencialmente inflamáveis ou explosivas) podem:
  - prejudicar o equipamento ou algum dos seus componentes, diminuindo a sua segurança e colocando em perigo os trabalhadores;
  - gerar deflagrações ou explosões que ponham em perigo os trabalhadores.
- No caso de substâncias inflamáveis e explosivas em que não esteja garantido, através de outras acções técnico-preventivas (exemplo: ventilação) que a atmosfera de trabalho se encontre claramente abaixo do limite inferior de inflamabilidade (LII) e do limite inferior de explosividade (LIE), respectivamente.

Fundamento técnico

- Os equipamentos utilizados no manuseamento e processamento de líquidos perigosos devem apresentar a resistência física e química adequada às solicitações e condições de trabalho requeridas.

  A concepção dos reactores deve facilitar as operações de recolha das amostras, leitura de instrumentos de medição e operações de carga e de esvaziamento manuais de produtos em condições de segurança. Sempre que possível, devem usar-se sistemas fechados.

  Para fazer face à eventualidade de falhas (corte no abastecimento de electricidade, falhas em elementos de regulação e controlo do equipamento, etc.) deverão existir os meios de segurança necessários que permitam a sua identificação e conduzam o processo a condições de segurança.

  Os equipamentos onde se realizem operações em que possam ocorrer derrames devem dispor de sistemas de recolha e drenagem para um local seguro, por forma a facilitar a sua limpeza.
- As máquinas destinadas a serem utilizadas em atmosferas potencialmente inflamáveis ou explosivas serão alimentadas por energias seguras (com sistemas e órgãos de comando totalmente pneumáticos ou hidráulicos). Se forem utilizados equipamentos eléctricos, estes terão características anti-explosivas (Ex) ou (EEx). Em qualquer caso, devem cumprir as exigências das Directivas 94/9/CE e 98/37/CE.

Manutenção

É necessário um programa de manutenção preventivo e, sempre que possível, preditivo, que garanta a perdurabilidade das prestações iniciais do equipamento no que se refere à sua fiabilidade e segurança. Para esse efeito, devem seguir-se as instruções do fabricante contidas no Manual de Instruções e, na falta deste ou a título complementar, as boas práticas profissionais.

Verificação da eficácia

- Deverá controlar-se a realização das operações de manutenção necessárias e previstas, registando-as documentalmente, com especificação dos respectivos resultados, das melhorias que é necessário introduzir, dos prazos de execução, e dos nomes dos responsáveis pela execução e pela verificação da sua eficácia.
- Serão programadas inspecções de segurança complementares ao calendário de manutenção estabelecido, a fim de detectar possíveis anomalias ou disfunções do equipamento susceptíveis de porem em perigo os trabalhadores.

2005-1599_PT.indd 32 17-10-2006 16:15:44

3 AUTOMATIZAÇÃO

Descrição

A automatização consiste em substituir, num processo, o operador humano por dispositivos mecânicos ou electrónicos. Desta forma, os trabalhadores deixam de estar em contacto com os agentes químicos perigosos (cessa a exposição) ou estão em contacto durante menos tempo (diminui a exposição) ou ficam afastados dos focos (diminui a intensidade). A automatização pressupõe a introdução de alterações no processo e pode ser parcial ou total. A automatização total permite prescindir da presença humana, excepto em operações de manutenção ou intervenções pontuais.

Exemplos

- A utilização de sistemas robotizados nas operações de pintura por projecção, substituindo os pintores, elimina a exposição humana num ambiente de trabalho habitualmente muito contaminado, tanto pelos solventes orgânicos da tinta como pelos óxidos de metais que constituem os pigmentos.

- O processo de cromagem electrolítica que tradicionalmente implicava a exposição ao cromo VI, pode ser automatizado parcialmente (utilização de sistemas de polés múltiplas para alimentação e descarga de cubas), aumentando assim a distância entre os trabalhadores e os focos de contaminação, ou automatizando por completo a linha de cromagem, o que permite evitar a exposição ao cromo hexavalente.

2005-1599_PT.indd 33 17-10-2006 16:15:44

4 MUDANÇA DE FORMA OU ESTADO FÍSICO

Descrição

Quando se utilizam substâncias em pó, é possível reduzir significativamente a sua tendência para passar para o ambiente (logo, o risco associado à sua utilização), modificando a sua forma física e utilizando-as em grânulos, grãos ou sob outra forma similar mais compactada.

Exemplos

- Encapsulamento de enzimas ou produtos fitossanitários.
- *Pellets* e palhetas em vez de produtos pulverulentos.

2005-1599_PT.indd 34 17-10-2006 16:15:45

5 PROCESSO FECHADO OU CONFINAMENTO

Descrição

- Fechar o conjunto do processo ou certas operações particularmente contaminantes é uma boa solução quando se está em presença de agentes químicos de média ou alta perigosidade.

- Fechar o processo consiste em utilizar um invólucro físico estanque ou quase estanque em cujo interior se desenrolam as operações próprias do processo, sem participação humana directa.

Âmbito de aplicação

- Processos, contínuos ou não, como aqueles que são habituais nas indústrias química, farmacêutica ou alimentar.

- Operações muito contaminantes que fazem parte de um processo pouco contaminante.

Fundamentos de concepção

Os processos fechados revestem uma certa complexidade de concepção, pois muitos dos seus elementos têm de ser instalados a fim de permitir o arranque e a paragem do processo, mas não têm qualquer função durante o funcionamento normal. Um exemplo disso são os reservatórios de expansão ou as válvulas utilizadas unicamente para o enchimento inicial ou o vazamento dos circuitos, ou aqueles elementos cuja única função é facilitar a realização de reparações.

No confinamento de operações específicas, há que respeitar os mesmos princípios que são aplicados na concepção das campânulas de extracção localizada:

- campânulas que fecham ao máximo o foco;

- campânulas tão próximas do foco quanto possível, sem obstruírem o trabalho;

- a velocidade na conduta deve ser adequada a fim de evitar a acumulação das partículas ou poeiras extraídas.

Na concepção do confinamento, há que ter especialmente em atenção os problemas de electricidade estática na trasfega de líquidos inflamáveis e a eventual formação de atmosferas explosivas naqueles pontos do processo onde isso possa produzir-se.

Manutenção e verificações

No caso de processos fechados, há que ter fundamentalmente em atenção três tipos de problemas

- perdas de estanquidade: fugas que podem ocorrer nas descontinuidades do sistema, em particular nas válvulas, flanges, juntas, fechos de bombas, pontos de recolha de amostras, etc.;

- controlo da electricidade estática: aplicação de procedimentos de trabalho que minimizem a sua geração e uso sistemático de ligações à terra;

- controlo das atmosferas inflamáveis: é muito importante controlar a existência de atmosferas inflamáveis (que podem dar lugar a explosões devastadoras), utilizando instrumentos que permitam detectar a sua existência (explosímetros) e elementos protectores (ver o Guia ATEX).

Exemplos de aplicação

O confinamento do processo no seu conjunto é a forma habitual de trabalho na indústria transformadora (química, alimentar, farmacêutica), onde se manipulam grandes quantidades de agentes químicos e pelo menos alguns deles apresentam um nível de perigosidade apreciável. Nestes casos, os agentes químicos são conservados permanentemente em recipientes fechados (reactores, permutadores de calor, etc.) e são transferidos de um recipiente para outro através de tubos estanques.

O confinamento específico de certas operações é uma medida habitual que se aplica nas entradas e saídas dos processos (alimentação de matérias-primas, extracção de produtos, etc.) e sempre que uma operação é muito contaminante mas faz parte de um processo cujas restantes operações não o são. A dosagem de fármacos citostáticos num hospital ou a pintura de carroçarias de automóveis na respectiva cadeia de produção são exemplos deste tipo de operações. Regra geral, o confinamento deste tipo de operações deve ser complementado com o recurso à extracção localizada.

2005-1599_PT.indd 35 17-10-2006 16:15:45

Verso da ficha n.º 5 (Processo fechado ou confinamento)

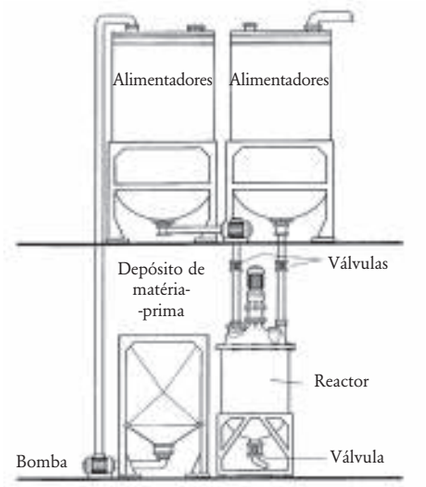


Figura I.2 Processo químico fechado (*)

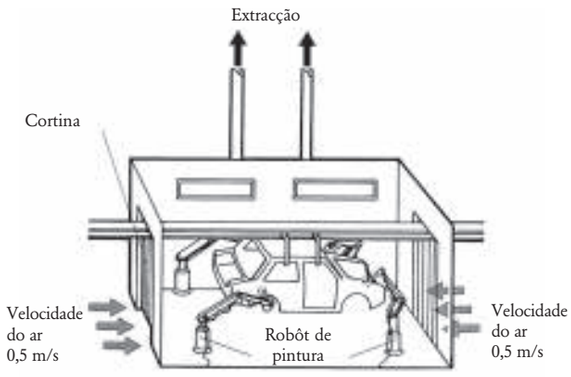


Figura I.3 Túnel de pintura (*)

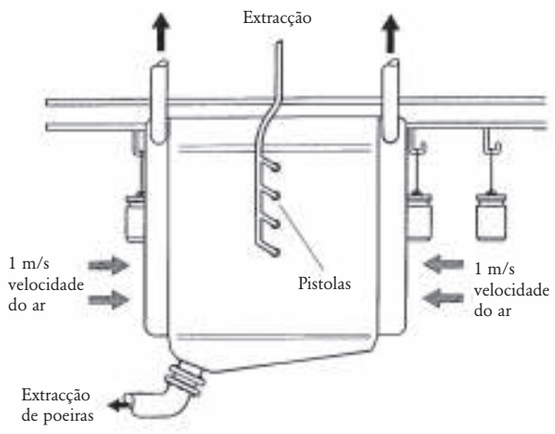


Figura I.4 Cabina de pintura electrostática (*)

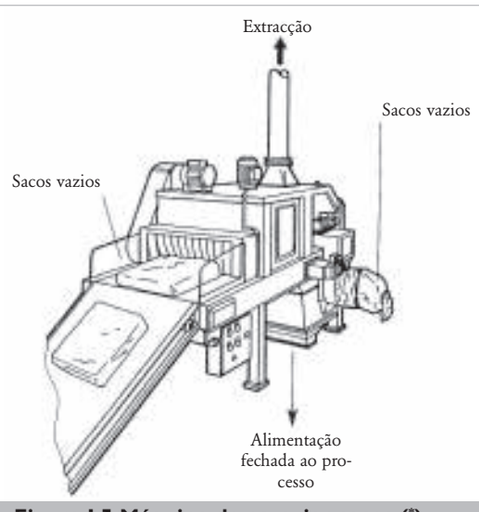


Figura I.5 Máquina de esvaziar sacos (*)

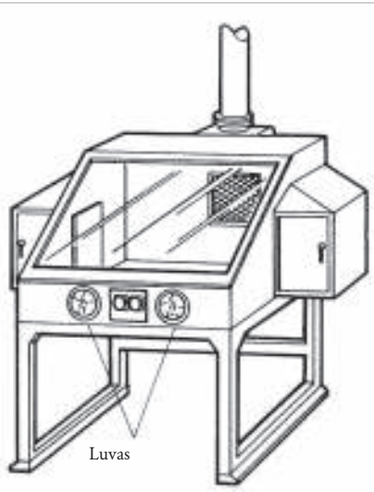


Figura I.6 Cabina de laboratório (*)

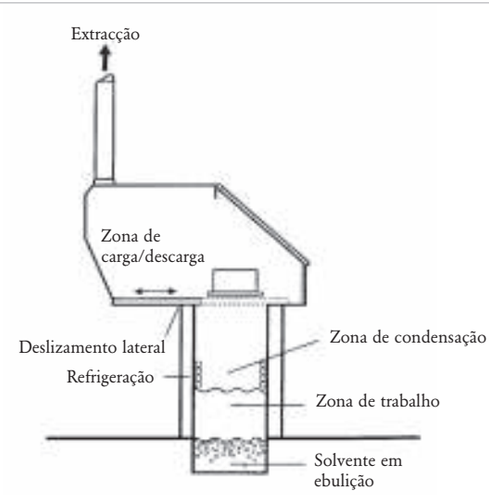


Figura I.7 Cuba de desengorduramento em fase vapor (*)

(*) Adaptado de COSHH Essentials. HSE, 1999.

2005-1599_PT.indd 36 17-10-2006 16:15:47

6 EXTRACÇÃO LOCALIZADA

Descrição

- A extracção localizada cria, mediante aspiração, uma corrente de ar que capta os contaminantes ambientais na vizinhança imediata do foco que os gera.
- A aspiração realiza-se o mais perto possível do foco de emissão.
- Impede que o contaminante se disperse no ambiente e, por conseguinte, evita que se atinjam concentrações perigosas por exposição inalatória ou que se chegue perto do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) ou de Explosividade (LIE) da substância, para vapores e poeiras explosivos, respectivamente.
- Quando a opção está disponível é aconselhável que a extracção localizada seja fornecida pelo próprio fabricante do equipamento, como é habitual em certos tipos de máquinas, nomeadamente as da indústria da madeira. O mesmo se pode dizer de certas ferramentas portáteis que podem produzir pó, como as amoladoras, as serras de mão, etc.

Âmbito de aplicação

- Para qualquer nível de toxicidade das substâncias.
- Existem poucos focos de emissão e conhece-se a sua localização.
- A quantidade de contaminante gerada é elevada.
- Os trabalhadores estão perto dos focos.
- A dispersão do contaminante não é uniforme.

Requisitos de concepção

- Os seus componentes são: campânulas, condutas, depuradores e ventiladores (figura I.8).
- Deve ser concebida e instalada por um especialista. Alguns requisitos gerais da concepção são:
  - campânulas que fechem o foco ao máximo;
  - campânulas tão perto do foco quanto possível, sem dificultar o trabalho;
  - a velocidade do ar nas imediações do foco será escolhida em função das características do contaminante e do movimento do ar na zona;
  - a corrente de aspiração não deve transportar o contaminante na direcção da zona de respiração do trabalhador;
  - a velocidade na conduta deve ser adequada de modo a evitar a acumulação das partículas ou poeiras extraídas;
  - o ventilador deve ser escolhido em função do caudal que deve circular e da perda de carga do sistema.
- O local deve ter um fornecimento de ar forçado ou entradas de ar exterior que possam proporcionar um caudal de ar exterior igual ou superior ao que é extraído pelo sistema de extracção localizada.

Manutenção e verificações

- Verificação das velocidades de captação nos pontos de geração de contaminantes. Esta verificação pode ser quantitativa (anemómetros ou velocímetros) ou qualitativa (fluxo de descarga ou similares).
- Verificação do caudal aspirado por cada campânula (normalmente mediante medição da pressão estática na campânula ou da velocidade na conduta a seguir à campânulas).
- Verificação da integridade física das campânulas e das condutas. Não devem existir fendas, roturas, tubos desligados, flanges soltas, acumulação de sujidade em condutas ou em filtros, etc.
- Verificação da pressão em pontos importantes do circuito (união das campânulas com as condutas, à entrada e à saída do depurador, se o houver, e à entrada do ventilador).
- Verificação do ventilador e respectivos elementos mecânicos (carcaça, rotor, motor, rolamentos, correias de transmissão, etc.).
- O utilizador NÃO DEVE modificar o sistema sem a prévia autorização do responsável pela concepção do sistema. Em particular, não devem acrescentar-se novas extensões quando se proceder à instalação de maquinaria adicional.

Exemplos de aplicação

Cabina de laboratório (figura I.9), soldadura (figura I.10), cubas de tratamento de metais (figura I.11), mesas de trabalho para diversas operações, como rebarbagem de peças (figura I.12), cabinas de pintura (figura I.13), etc.

2005-1599_PT.indd 37 17-10-2006 16:15:47

Verso da ficha n.º 6 (Extracção localizada)

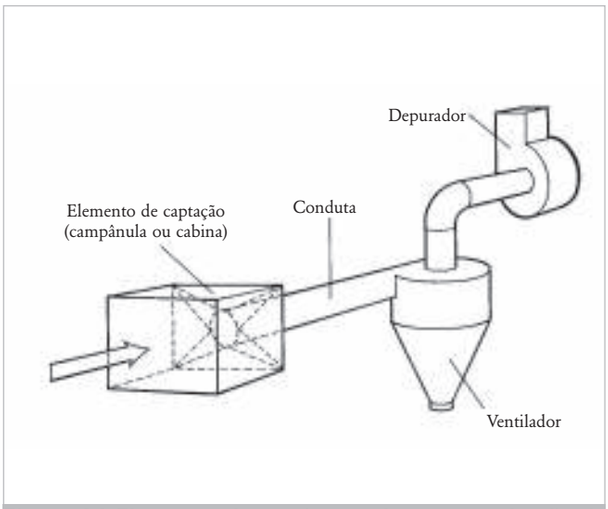


Figura I.8 Elementos de um sistema de extracção localizada

Figura I.9 Cabina de laboratório (*)

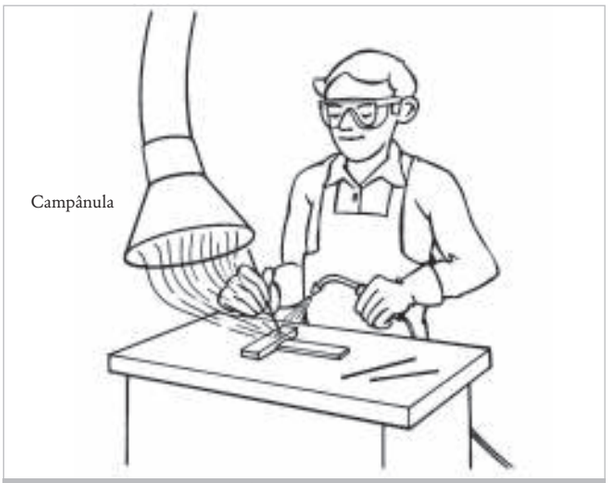


Figura I.10 Operação de soldadura. Campânula com braço móvel

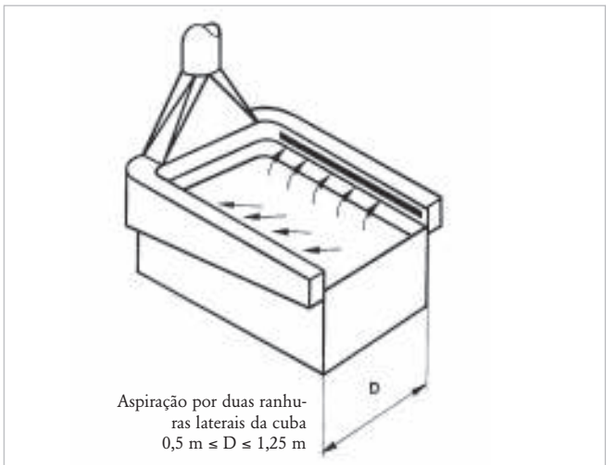


Figura I.11 Cuba de tratamento electrolítico com aspiração por duas ranhuras laterais

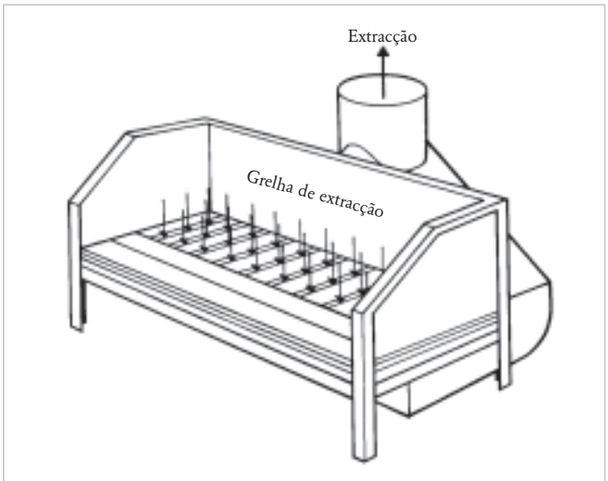


Figura I.12 Mesa de trabalho com extracção localizada

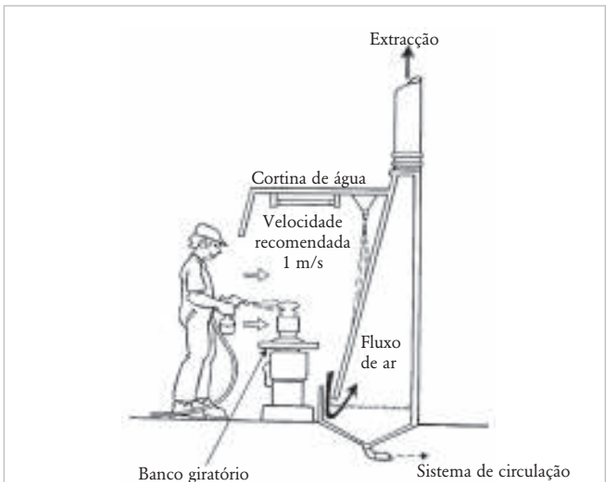


Figura I.13 Cabina de pintura (*)

(*) Adaptado de COSHH Essentials. HSE, 1999.

2005-1599_PT.indd 38 17-10-2006 16:15:48

7 ARMAZENAGEM SEGURA DE AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS (AQP)

Descrição

- A entidade patronal é responsável por garantir a armazenagem em segurança dos AQP existentes na empresa, quer num recinto específico exclusivamente destinado à armazenagem quer nas situações em que, por exigência do processo, se requeira a presença de quantidades de AQP no local de trabalho.

- O encarregado do armazém ou responsável da área de processamento onde se acondicionam AQP deve dispor das informações sobre as propriedades dos AQP transmitidas pelo fabricante ou distribuidor dos AQP (FS, rótulos) ou provenientes de qualquer outra fonte e deve comunicar essas informações de forma clara e rigorosa aos trabalhadores a eles expostos. A partir das referidas imformações, deve implementar procedimentos de trabalho e controlar o seu cumprimento; controlar o perfeito estado das embalagens ou recipientes que contêm os AQP; elaborar e manter permanentemente actualizado o plano de armazenagem e elaborar e actualizar o plano de emergência do armazém.

- Os trabalhadores devem aplicar rigorosamente os procedimentos de trabalho estabelecidos, comunicar imediatamente ao responsável os incidentes ou anomalias verificados no decurso do seu trabalho e utilizar os EPI prescritos.

Gestão de stocks e organização do armazém

- O plano de armazenagem deve permitir conhecer com rapidez e exactidão a natureza dos AQP armazenados, a sua quantidade e localização no armazém, para se poder actuar com prontidão e eficácia em caso de incidente (fuga, derrame, incêndio, etc.). Deve estar permanentemente actualizado mediante um registo documental de entradas e saídas.

- Do ponto de vista preventivo, a principal medida é a manutenção dos «stocks» de AQP ao nível mais baixo possível. Uma vez aceite e adoptado este princípio, a segurança do armazém exige que sejam aplicadas medidas básicas, entre as quais cabe citar:

  – localização segura dos armazéns, longe de áreas de processamento ou outras dependências de risco da empresa (estação transformadora, central de energia, etc.) e de eventuais ingerências externas (inundações, sabotagens, etc.);

  – produtos agrupados em função do risco, evitando-se a armazenagem conjunta de AQP incompatíveis (quadro I.6) ou muito reactivos. As diferentes categorias de AQP devem ser armazenadas em locais independentes ou no mesmo local, separados por tabique, por uma parede resistente ao fogo, ou por distanciamento (figura I.14);

  – fixar e respeitar quantidades máximas de produtos químicos armazenados assim como alturas máximas de armazenagem;

  – produtos contidos em recipientes seguros (suficiente resistência física, fecho automático…) e adequados ao AQP que contêm (suficiente resistência química). Eventualmente, serão homologados ou certificados, de acordo com as exigências da regulamentação de cada país;

  – meios para garantir a captação, retenção e, se necessário, o transporte para recipientes de reserva, em caso de fuga ou derrame dos AQP armazenados (bacias de retenção, revestimentos adequados do solo e de todo o perímetro da parte inferir de tabiques ou paredes de recintos, de forma a garantir a estanquidade do recinto ao líquido, drenagem e transferência para recipientes de reserva, etc.). O mesmo deverá ser tido em conta, sempre que necessário, para a captação, retenção ou controlo de recolha de águas residuais provenientes do combate a incêndios;

  – acessos desimpedidos e vias de trânsito e áreas de armazenagem sinalizadas;

  – controlo do acesso de pessoas e veículos estranhos às instalações;

  – vias de evacuação e saídas de emergência desimpedidas e sinalizadas;

  – garantias de identificação de produtos. Exigência de rótulos e, em caso de necessidade, nova rotulagem;

  – instruções precisas de trabalho para as operações de armazenagem propriamente ditas e qualquer outra que habitualmente se realize no

2005-1599_PT.indd 39 17-10-2006 16:15:48

armazém (abertura e fecho de embalagens, envasilhamento, trasfega, ligação e retirada de tubos de enchimento de recipientes, recolha de amostras, etc.);

– procedimentos escritos de actuação em caso de incidentes (fugas, derrames, emissões e similares).

Procedimentos de actuação em caso de emergência

• Quando por necessidade do processo for exigida a presença de quantidades de produtos químicos perigosos no local de trabalho, estes serão limitados à quantidade estritamente necessária para o trabalho imediato (nunca quantidades superiores às necessárias para o turno ou dia de trabalho) e ficarão depositados em recipientes adequados, armários protegidos ou recintos especiais (figura I.15). Por norma, deverão cumprir os requisitos descritos anteriormente que lhes sejam aplicáveis.

2005-1599_PT.indd 40 17-10-2006 16:15:48

Ficha n.º 7 (Armazenagem segura)

Quadro I.6 Resumo das incompatibilidades de substâncias perigosas para efeitos de armazenagem.

	E Explosivo	E Explosivo	T Tóxico	Radioactivo	O Comburente	Xn Nocivo Xi Irritante
E Explosivo	+	-	-	-	-	+
E Explosivo	-	+	-	-	-	-
T Tóxico	-	-	+	-	-	+
Radioactivo	-	-	-	+	-	-
O Comburente	-	-	-	-	+	O
Xn Nocivo Xi Irritante	+	-	+	-	O	+

\+ Podem armazenar-se conjuntamente

O Só se podem armazenar conjuntamente se forem adoptadas determinadas medidas específicas de prevenção

\- Não se devem armazenar conjuntamente

Exemplos de agentes incompatíveis:

- oxidantes com: inflamáveis, carbonetos, nitretos, hidretos, sulfuretos, alquilmetais;
- redutores com: nitratos, cloratos, bromatos, óxidos, peróxidos, flúor;
- ácidos fortes com bases fortes;
- ácido sulfúrico com: celulose, ácido perclórico, permanganato de potássio, cloratos.

Exemplos de agentes instáveis:

- produtos cuja armazenagem prolongada pode causar a sua descomposição: amidas alcalinas, certos sais de diazónio;
- substâncias facilmente peroxidáveis: compostos alílicos, compostos vinílicos, estireno;
- compostos que reagem violentamente em contacto com o ar: fosforetos, hidretos;
- monómeros que polimerizam rapidamente: acetato de vinilo, estireno, acrilonitrilo.

Exemplos de agentes que reagem perigosamente:

- com a água: metais alcalinos, peróxidos inorgânicos, carbonetos, fosforetos;
- com ácido clorídrico: sulfuretos, hipocloritos, cianetos;
- com ácido nítrico: alguns metais;
- com ácido sulfúrico: ácido fórmico, ácido oxálico, álcool etílico.

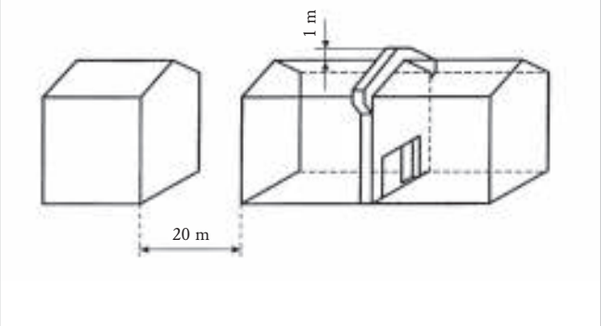


Figura I.14 Separação por distanciamento e por sectorização

Figura I.15 Armário protegido para armazenar produtos inflamáveis

2005-1599_PT.indd 41 17-10-2006 16:15:49

8 SEPARAÇÃO DE DEPARTAMENTOS «SUJOS»

Descrição

- Determinadas operações ou processos, pela sua natureza e pelo facto de se exercer uma intensa acção mecânica sobre os materiais, são especialmente contaminantes visto gerarem grande quantidade de matéria particulada.

- Assim, nos locais onde se realizam operações como o polimento de metais, o serramento de plásticos, metais ou madeira, a rebarbagem de peças metálicas, a moagem de substâncias sólidas, a brocagem de metais ou madeira, produz-se a desagregação de partículas e a sua difusão pelo ambiente.

- Também as superfícies de trabalho, as mesas, os pavimentos e a maquinaria, ficam cobertos de pó ou fibras que, misturados com óleos lubrificantes, pasta de polir, resinas, etc., geram sujidade de forma permanente.

Fundamento técnico

É prático afastar e confinar este tipo de operações em locais separados do resto da produção. Evita-se deste modo a dispersão do ar contaminado e da sujidade por outras zonas e concentram-se os meios de ventilação e limpeza em espaços mais reduzidos, aumentando assim a sua eficácia e diminuindo o custo das acções empreendidas.

2005-1599_PT.indd 42 17-10-2006 16:15:49

9 VENTILAÇÃO GERAL POR DILUIÇÃO

Descrição

- Consiste em renovar o ar de um local, fazendo entrar uma quantidade apropriada de ar exterior limpo e extraindo uma quantidade equivalente de ar contaminado.
- O ar pode entrar de forma natural (portas, janelas…) (figura I.16) ou forçada (através de ventiladores) (figura I.17).
- A ventilação geral é, em qualquer caso, um dos princípios gerais de prevenção (artigo 5.º da Directiva 98/24/CE) e não uma medida específica. Por este motivo, deve assegurar-se sempre a ventilação geral dos locais de trabalho em cumprimento dos requisitos estabelecidos pela Directiva 89/654/CEE relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para os locais de trabalho. No entanto, nalguns casos, descritos seguidamente, pode também considerar-se uma medida específica para o controlo dos riscos, sendo por isso contemplada por uma ficha.

Âmbito de aplicação

- Como medida específica para controlar o risco de exposição, se se tratar de substâncias de toxicidade reduzida ou média por via inalatória (VL > 100 ppm se for vapor ou 5 mg/m^3 se for matéria particulada).
- Controlo do risco de incêndio e explosão em recipientes e equipamentos, reduzindo a concentração do contaminante abaixo do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e de Explosividade (LIE), para vapores e poeiras explosivos, respectivamente.
- Controlo de cheiros e substâncias incómodos, reduzindo os níveis abaixo dos limites de conforto recomendáveis.

Requisitos de concepção

- Prever sistemas de reposição do ar extraído.
- Dimensionar o sistema de aquecimento ou arrefecimento do local, tendo em conta o caudal de ar de ventilação necessário no local.
- O caudal de ventilação necessário deve ser calculado em função da velocidade de produção do contaminante e da concentração ambiental que se pretende manter.
- Se existirem sistemas de extracção localizada, o cálculo do caudal de ventilação do local deverá ter em conta os requisitos desses sistemas.
- Evitar a reentrada no local do ar extraído, separando os pontos de descarga das possíveis entradas de ar.
- Dispor as entradas e saídas de ar de forma a permitir a circulação de ar por todo o recinto, evitando zonas mortas com pouca ventilação (figuras I.18, I.19, I.20).
- Considerar como ar de ventilação apenas o caudal efectivamente introduzido no recinto a partir do exterior e não os caudais de recirculação.
- No cálculo do caudal de ventilação geral do local, ter em conta o requisito de caudal dos sistemas de extracção localizada.

Manutenção e verificações

- Seguir as instruções do fabricante e/ou instalador (ventilação forçada).
- Obter do fabricante e/ou instalador toda a informação possível acerca da instalação.
- Não fechar nem obstruir as entradas de ar exterior durante a época fria.
- Inspeccionar visualmente possíveis danos no sistema: rotura de condutas, pás dos ventiladores, etc.
- Medir a concentração ambiental dos contaminantes após a implementação do sistema.

Recomendações de utilização

- Indicado para ventilação de escritórios e locais de uso não industrial e para usos industriais como:
  - ventilação de oficinas de transformação de metais, de madeira, etc.;
  - ventilação de estufas, fornos de secagem, salas de bombas ou compressores, etc.
- Utilização limitada para controlo do risco de incêndio e explosão em locais (sempre como medida complementar de outras acções).
- Utilização desaconselhada:
  - se a quantidade de contaminante gerada for grande;
  - se os trabalhadores estiverem perto dos focos;
  - se a dispersão do contaminante não for uniforme.

2005-1599_PT.indd 43 17-10-2006 16:15:49

Verso da ficha n.º 9 (Ventilação por diluição)

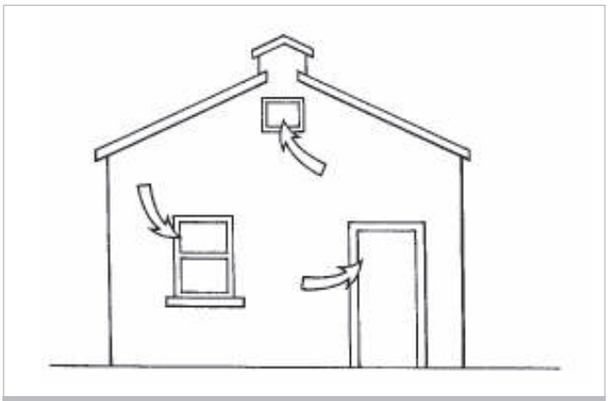


Figura I.16 Ventilação natural

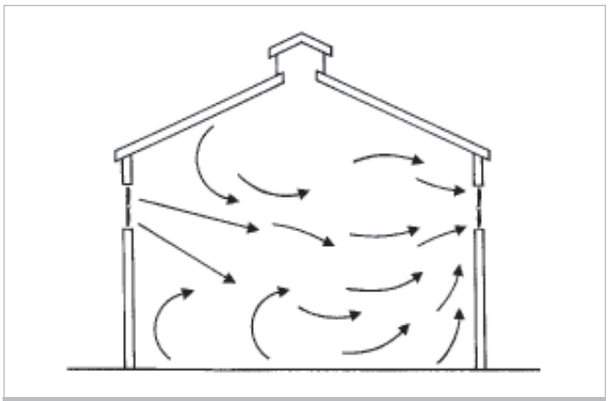


Figura I.17 Ventilação forçada

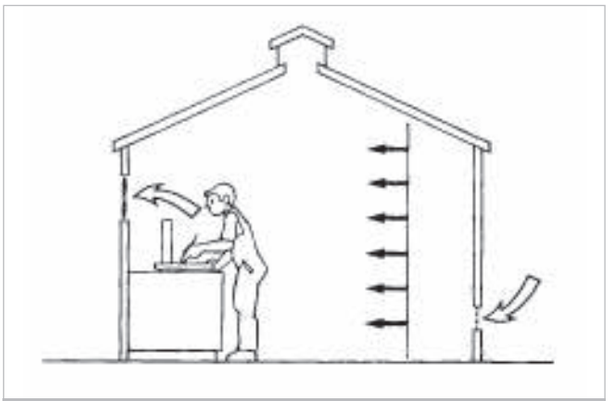


Figura I.18 Situação correcta:

- **a distribuição do ar no local é homogénea;**
- **a saída está situada perto do foco de emissão e o movimento do ar afasta o produto contaminante da zona de respiração do trabalhador.**

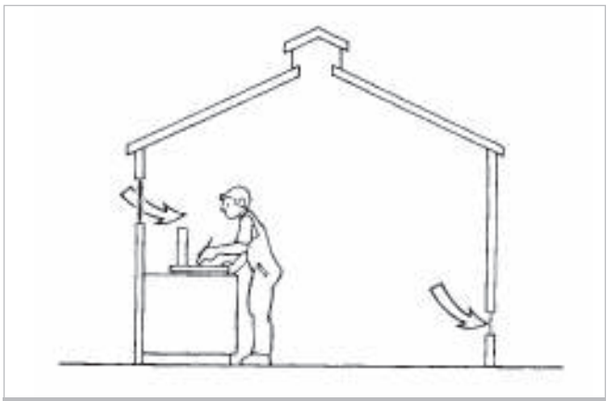


Figura I.19 Situação incorrecta:

- **o ar limpo arrasta o produto contaminante para a zona de respiração do trabalhador.**

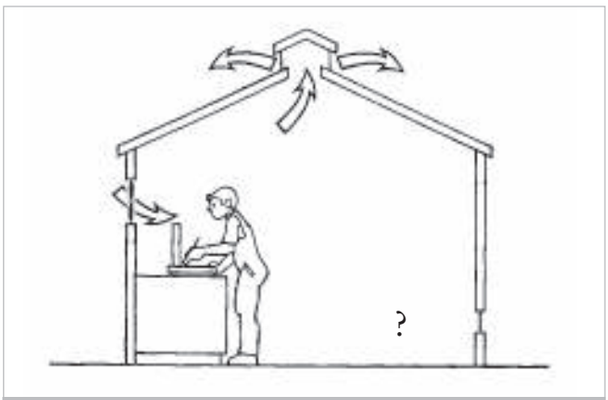


Figura I.20 Situação incorrecta:

- **podem existir zonas mortas cuja ventilação é deficiente ou nula;**
- **o ar limpo arrasta o produto contaminante para a zona de respiração do trabalhador;**
- **existem zonas mortas cuja ventilação é deficiente ou nula.**

2005-1599_PT.indd 44 17-10-2006 16:15:50

10 PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS

Objectivo

- Identificar, para efeitos de eliminação ou controlo, os combustíveis que, pelo seu estado físico (gás, vapor, sólido finamente dividido) e/ou forma de armazenagem ou utilização, se possam inflamar facilmente, assim como os focos de ignição capazes de produzir a energia necessária para iniciar a reacção. Em casos pontuais e excepcionais, o objectivo pode estender-se ao controlo do comburente (% O2 no ambiente) (figura I.21).

Medidas de controlo de combustíveis

- Evitar a presença, no local de trabalho, de grandes quantidades de substâncias inflamáveis, reduzindo a presença das mesmas à quantidade mínima indispensável para cobrir as necessidades do processo ou operação a realizar em cada dia ou turno de trabalho.

- As quantidades de líquidos inflamáveis que devem ser armazenados na área de trabalho devem ser conservadas em armários protegidos, devidamente sinalizados com a indicação e o pictograma de «Inflamável» e que tenham pelo menos uma RF-15 (figura I.15).

- Os líquidos inflamáveis presentes no local de trabalho e os respectivos resíduos devem ser conservados em recipientes de segurança herméticos e de fecho automático (figura I.22).

- As operações com gases ou líquidos inflamáveis durante as quais se desprendam vapores (trasfega, aplicação aerográfica, etc.) devem ser controladas mediante sistemas de extracção localizada (ver medida específica n.º 6: extracção localizada) e adequada ventilação geral da área de trabalho (ver medida específica n.º 9: ventilação por diluição), de forma a garantir uma concentração ambiental dos mesmos francamente abaixo do LII.

- As concentrações perigosas de gases ou vapores que possam vir a gerar-se devem ser controladas por meio de explosímetros.

- As trasfegas e outras operações susceptíveis de produzir salpicos ou derrames devem ser realizadas em lugares e com meios específicos que os evitem e assegurem, em caso de necessidade, a respectiva recolha e drenagem para um lugar seguro e em condições adequadas de ventilação (0,3 m^3/min.m2; nunca menor de 4 m^3/min), com alarme para o caso de avaria do sistema.

- Devem limpar-se os restos que ficam nos equipamentos que tenham contido líquidos inflamáveis ou combustíveis sólidos finamente divididos, assim como a área envolvente, antes de realizar nos mesmos operações de manutenção ou reparação a quente.

Medidas de controlo de focos de ignição

- Utilização de equipamentos de trabalho intrinsecamente seguros. De um modo geral, deverão satisfazer os requisitos da Directiva 98/37/CE e mais especificamente os da Directiva 94/9/CE.

- Na execução das operações de carga, descarga ou trasfega deve evitar-se a geração de cargas electrostáticas (controlo da velocidade de trasfega, enchimento de recipientes através de tubo submerso, etc.) e facilitar a sua eliminação através de uma ligação equipotencial e à terra de todos os equipamentos e recipientes (figura I.23).

- As instalações e equipamentos eléctricos devem estar protegidos contra o risco de incêndio e explosão (Ex ou EEx) de acordo com as exigências de segurança eléctrica em vigor em cada país. Há que prestar especial atenção ao uso de equipamentos móveis e aos acessórios utilizados ou acoplados aos mesmos.

- Deve ser assegurado um controlo exaustivo de outros focos de ignição:

  – térmicos (fumar, operações com chama ou faíscas, carrinhos de manutenção e similares);

  – mecânicos (uso de ferramentas antifaísca em operações de abertura ou fecho de recipientes, assim como em ambientes onde possam existir concentrações ou acumulações perigosas de produtos inflamáveis; uso de calçado sem partes metálicas, etc.);

  – químicos (calor gerado em reacções exotérmicas, coexistência de produtos quimicamente instáveis ou reactivos, etc.).

2005-1599_PT.indd 45 17-10-2006 16:15:50

Medidas de controlo de comburentes

- Podem ser adoptadas sempre que existam produtos inflamáveis em estado líquido ou combustíveis sólidos em estado pulverulento ou restos dos mesmos, sem que seja possível actuar sobre eles. Para o efeito, é indispensável proceder à sua inertização ao realizar operações de manutenção ou reparação a quente dos equipamentos que tenham contido agentes químicos inflamáveis ou combustíveis, sólidos finamente divididos, cuja eliminação não possa ser garantida.

Verso da ficha n.º 10 (Prevenção de incêndios)

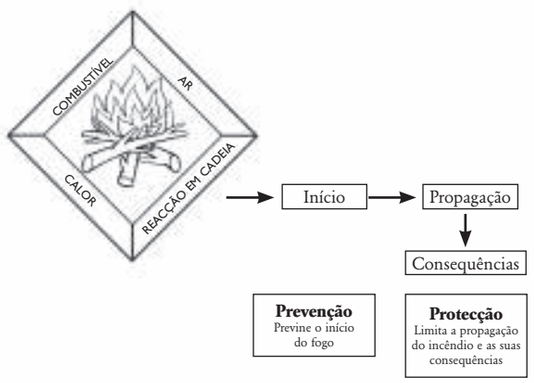


Figura I.21 Causas de um incêndio e medidas de prevenção e protecção

Figura I.22 Recipiente de segurança para líquidos inflamáveis

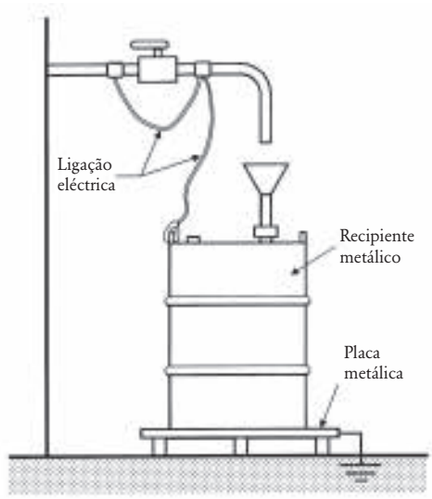


Figura I.23 Ligação equipotencial e ligação à terra para trasfega de líquidos inflamáveis

2005-1599_PT.indd 46 17-10-2006 16:15:51

11 MANUSEAMENTO SEGURO DE AQP

Descrição

- Consiste no manuseamento, trasfega, carga ou descarga de AQP em unidades de produção.
- Os equipamentos utilizados devem ser preferencialmente de tipo fixo e indeformável (tubagens fixas) e não de tipo móvel (embalagens, tubagens móveis, etc.).
- Os equipamentos móveis para a trasfega, tanto os manuais como os mecânicos, devem ser compatíveis com os possíveis riscos da área envolvente (incêndio, explosão e/ou corrosão), e os materiais com que são fabricados devem ser compatíveis com os AQP manipulados.
- Noutras fichas de medidas específicas, apresentam-se vários exemplos de manuseamento seguro de AQP, nomeadamente em I.3, I.6 e I.24.

Âmbito de aplicação

- Trasfega frequente de AQP de grandes depósitos, contentores e embalagens para outros de menor capacidade, a fim de serem directamente utilizados em processos produtivos.
- Utilização de embalagens móveis para a carga/descarga de equipamentos de uma unidade de processamento.
- Trasfega de AQP de grandes depósitos ou contentores para processos produtivos, através de tubagens fixas ou móveis, com ligações geralmente não permanentes.

Recomendações técnicas

- Apenas devem ser utilizados contentores, embalagens ou recipientes de materiais compatíveis com os produtos a transportar, que cumpram os requisitos relativos ao transporte de matérias perigosas por estrada e que tenham estabilidade e resistência garantidas face a possíveis agressões que possam sofrer durante a sua utilização.
- As trasfegas serão efectuadas de preferência com bombas de sucção com accionamento manual ou mecânico. Evitar-se-á na medida do possível a trasfega por gravidade entre recipientes sempre que possa dar origem a exposição ou contacto com os AQP. Caso se realize, deve colocar-se o bidão abastecedor em posição horizontal sobre um apoio ou bastidor fixo ou móvel com rodas bloqueáveis.
- Para a descarga de produtos inflamáveis, todos os elementos metálicos devem ter ligação equipotencial e à terra. No caso dos líquidos, o bidão abastecedor deve possuir uma válvula de descarga com fecho automático.
- Na trasfega por gravidade de líquidos inflamáveis, devem utilizar-se funis cujo tubo deve chegar, no mínimo, até 1 cm do fundo do recipiente a encher.
- Em todas as operações de trasfega devem dispor-se bandejas colectoras por baixo dos pontos onde possa haver derramamento.
- Na trasfega de produtos sólidos, deve evitar-se a geração de poeiras e a entrada descontrolada de ar nos recipientes. Para o efeito, evitar-se-á a trasfega normal e usar-se-ão de preferência equipamentos que garantam a estanquidade ou o confinamento do processo (por exemplo, doseadores por válvulas rotativas, comporta dupla, transportadores de parafuso helicoidal, etc.).
- Os sistemas de canalização fixos ou móveis devem garantir a sua estabilidade, resistência e fiabilidade face a possíveis agressões mecânicas e dos AQP.
- As ligações e as tubagens fixas e móveis devem ser específicos e diferenciados para cada tipo de AQP. As juntas e uniões devem ser estanques, resistentes ao produto e devem ser mantidas em bom estado.
- Nas tubagens devem utilizar-se preferencialmente uniões soldadas e não roscadas ou com flanges, especialmente em recintos cobertos.
- As tubagens onde possa haver retenção de um AQP sob pressão ou susceptível de gerar pressão devem ser protegidas por meio de válvulas de segurança com saída canalizada para um lugar seguro (torre de absorção, queimador, unidade de tratamento, etc.)
- As tubagens que assim o exijam devem dispor de elementos para recolha de derrames ou fugas.
- As tubagens móveis devem possuir um dispositivo que permita o seu esvaziamento antes de serem desligadas.

2005-1599_PT.indd 47 17-10-2006 16:15:52

- Não devem realizar-se trabalhos de trasfega de AQP com equipamentos ou elementos que apresentem fugas ou defeitos (amolgaduras, poros, fissuras, ligações deficientes, etc.).
- Deve instalar-se um chuveiro de segurança e uma fonte lava-olhos nas proximidades das zonas de trasfega.
- Os efluentes, descargas e produtos de tratamentos devem ser armazenados em zonas específicas em contentores certificados, devidamente sinalizados, separados fisicamente e classificados de acordo com a compatibilidade e a reactividade.

Manutenção e controlo

- Revisão e manutenção periódicas de todos os elementos de trasfega interna, com registo dos incidentes.
- As reparações dos equipamentos de trasfega devem ser realizadas por pessoal autorizado do o utilizador ou do fabricante.
- Nas tubagens fixas ou móveis, deve ser verificada a ausência de derrames ou fugas antes de efectuar uma ligação para carga e/ou descarga de um produto. O sistema de detecção deve ser compatível com o AQP nelas contido.
- Todos os equipamentos de trasfega interna devem ser conservados limpos, em bom estado, com sinalização adequada da sua utilização específica e devem estar devidamente armazenados quando não são utilizados.
- Os equipamentos avariados ou em mau estado devem ser retirados imediatamente a fim de serem substituídos ou reparados, consoante o caso.
- Deve ser verificada periodicamente, por meio de equipamentos de detecção específicos, a presença de fugas e/ou derrames.
- Devem ser sujeitos a uma revisão periódica, e sempre que necessário, os sistemas e equipamentos de tratamento de efluentes, reparando e/ou repondo os reagentes necessários ao seu funcionamento.

2005-1599_PT.indd 48 17-10-2006 16:15:52

12 TRANSPORTE INTERNO SEGURO

Descrição

- Os meios utilizados, manuais ou mecânicos, devem ser seguros para as pessoas e compatíveis com os produtos manipulados.
- Os equipamentos de tipo fixo e indeformável (tubagens fixas) devem ter preferência em relação aos de tipo móvel (embalagens, tubagens móveis, etc.).

Âmbito de aplicação

- Trasfega de AQP entre diferentes zonas ou processos da empresa, especialmente quando sejam transportados produtos extremamente inflamáveis, corrosivos ou muito tóxicos.

Fundamento técnico

- Apenas devem ser utilizados contentores, embalagens ou recipientes de materiais compatíveis com os produtos a transportar, que cumpram os requisitos relativos ao transporte de matérias perigosas por estrada e que tenham estabilidade e resistência garantidas face a possíveis agressões que possam sofrer durante a sua utilização.
- Para o transporte com equipamentos móveis de contentores, embalagens ou recipientes, devem ser utilizados meios suficientemente resistentes, com elementos para fixação das cargas.
- Os sistemas de canalização fixos ou móveis devem garantir a sua estabilidade, resistência e fiabilidade face a possíveis agressões mecânicas e dos AQP.
- As ligações e as tubagens fixas e móveis devem ser específicas e diferenciadas para cada tipo de AQP. As juntas e uniões devem ser estanques, resistentes ao produto e encontrar-se em bom estado.
- Nas tubagens devem ser utilizadas preferencialmente uniões soldadas e não roscadas ou com flanges, especialmente em recintos cobertos.
- Devem evitar-se as tubagens subterrâneas para os fluidos inflamáveis, tóxicos ou corrosivos, a menos que aquelas disponham de invólucro duplo e de controlo de fugas.
- As tubagens nas quais possa haver retenção de um AQP sob pressão, ou susceptível de gerar pressão, devem ser protegidas por meio de válvulas de segurança com saída canalizada para um lugar seguro (torre de absorção, queimador, unidade de tratamento, etc.).
- As tubagens que assim o exijam devem possuir elementos para recolha de derrames ou fugas.
- Não se devem realizar trabalhos de transporte de AQP com equipamentos ou elementos que apresentem fugas ou defeitos (amolgaduras, poros, fissuras, ligações deficientes, etc.).
- Os equipamentos móveis de transporte devem dispor de sistemas de protecção, adequados às zonas classificadas de risco (incêndio, explosão ou corrosão) e aos AQP transportados.

Manutenção e controlo

- Revisão e manutenção periódicas de todos os elementos de transporte interno, com registo dos incidentes.
- As reparações dos equipamentos de transporte automotores devem ser efectuadas por pessoal autorizado pelo fabricante.
- Nas tubagens fixas ou móveis deve verificar-se a ausência de derrames ou fugas, por meio de um sistema de detecção compatível com o AQP nelas contido, sempre que se efectuar uma ligação para a carga e/ou descarga de produto.
- Os dispositivos destinados ao transporte e controlo de AQP deverão ostentar, de forma visível, legível e indelével, a data da última revisão.
- Os equipamentos em mau estado devem ser retirados de imediato para serem substituídos ou reparados.
- Deve ser feita uma revisão periódica, através de equipamentos de detecção específicos, à presença de fugas e/ou derrames.
- Devem ser sujeitos a uma revisão periódica, e sempre que seja necessário, os sistemas e equipamentos de tratamento de efluentes, reparando e/ /ou repondo os reagentes que sejam necessários para a continuidade do seu funcionamento.

2005-1599_PT.indd 49 17-10-2006 16:15:52

2005-1599_PT.indd 50 17-10-2006 16:15:52

13 LAVA-OLHOS E CHUVEIROS

Descrição

- Os chuveiros de segurança (figura I.24) constituem o sistema de emergência mais habitual para casos de projecções com risco de queimaduras químicas e inclusivamente nos casos em que a roupa pega fogo.

- As fontes lava-olhos (figura I.25) estão concebidas para permitir a descontaminação rápida e eficaz dos olhos e são constituídas basicamente por duas torneiras ou boquilhas separadas por um espaço de 10 a 20 cm, capazes de proporcionar um jacto de água potável para lavar os olhos ou a cara, uma bacia de 25 a 35 cm, equipada com o respectivo esgoto, um sistema de fixação ao solo ou à parede e um accionador de pé (pedal) ou de cotovelo.

Características dos chuveiros

- O chuveiro deverá proporcionar um caudal de água suficiente para molhar uma pessoa de forma completa e imediata. A água deve ser potável e não deve estar fria (de preferência entre 20 e 35°C) a fim de evitar o risco decorrente do arrefecimento de uma pessoa queimada em estado de choque, e também que a pouca aceitação da água fria não permita a eliminação total do contaminante, ao reduzir a duração do duche. Convém igualmente que disponha de esgoto (que facilita muito a sua manutenção).

- A cabeça deve ter um diâmetro suficiente para impregnar totalmente a pessoa (20 cm), com orifícios grandes que impeçam a sua obstrução devido à formação de depósitos calcários. A distância entre o solo e a base da cabeça do chuveiro deve permitir a acomodação da pessoa em pé (por exemplo, de 2 a 2,3 m). O espaço entre a parede e a cabeça dever ser suficiente para, em caso de necessidade, acomodar duas pessoas (por exemplo, não deve ser inferior a 60 cm). Também é aconselhável que a distância entre o solo e o comando não ultrapasse os 2 m.

- A válvula de abertura deve ser rapidamente accionável, não devendo por isso utilizar-se as torneiras convencionais. O comando/accionador deve ser fácil de alcançar. Os modelos mais adequados são aqueles que têm um comando triangular unido ao sistema por meio de uma barra fixa (preferível a uma corrente). Não é habitual utilizar comandos de pé porque é fácil pisá-los inadvertidamente, accionando involuntariamente o sistema, e porque existe o risco de tropeçar neles; constituem excepção os sistemas que são accionados quando se sobe para uma plataforma.

- As torneiras de segurança da água da instalação devem estar situadas num lugar não acessível ao pessoal, de modo a evitar o corte do abastecimento de maneira permanente por causa de fugas ou outras anomalias, que, a verificarem-se, devem ser imediatamente comunicadas e reparadas. Deste modo, as torneiras só devem ser fechadas no momento da reparação.

- É útil dispor de um sistema de alarme acústico ou visual que seja accionado quando se utiliza o equipamento, permitindo assim que o resto de pessoal tome conhecimento de que existe um problema e possa vir em auxílio. Os chuveiros colocados em vestiários ou lavabos podem realizar as funções subsidiárias dos chuveiros de segurança, especialmente no caso de laboratórios de pouca superfície e para pequenas queimaduras ou salpicos na roupa, uma vez que, ficando fora de vista, permitem que a pessoa afectada possa despir-se sem qualquer tipo de complexos.

Características das fontes lava-olhos

- O jacto proporcionado pelas boquilhas deve ser de baixa pressão para não magoar nem provocar dor desnecessária. Tal como no caso do chuveiro, a água deve ser potável e morna. Com as torneiras de segurança da água da instalação devem ter-se as mesmas precauções que com as dos chuveiros de segurança.

2005-1599_PT.indd 51 17-10-2006 16:15:53

Verso da ficha n.º 13 (Lava-olhos e chuveiros)

Figura I.24 Chuveiro de segurança

Figura I.25 Fonte lava-olhos

2005-1599_PT.indd 52 17-10-2006 16:15:53

14 PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

Objectivo

- As medidas de prevenção descritas na ficha 10, embora imprescindíveis, são insuficientes, uma vez que não garantem em caso algum o total controlo do risco e, consequentemente, devem ser tomadas medidas de protecção complementares destinadas a minimizar as consequências derivadas da ocorrência de um acidente (figura I.21).

Medidas de protecção a considerar

- Importa fazer uma distinção entre:
  - medidas de protecção passiva (protecção estrutural dos suportes de carga capaz de garantir uma determinada Estabilidade ao Fogo; sectorização e compartimentação de áreas de diferente nível de risco, de forma a garantir uma determinada Resistência ao Fogo; e utilização de materiais de construção e de revestimento cujo comportamento perante o fogo seja conhecido);
  - medidas de combate a incêndios propriamente ditas (detecção humana ou instalações de detecção automática de incêndios; meios rápidos e fiáveis de transmissão do alarme; equipamentos de combate a incêndios portáteis ou fixos, de accionamento manual ou de descarga automática, e vias de evacuação em número suficiente, correctamente dimensionadas e devidamente distribuídas).
- O conjunto das medidas de combate a incêndios previstas na Directiva 98/24/CE deve adaptar-se ao quadro das exigências legais próprias de cada país em matéria de protecção contra incêndios.
- Independentemente do exposto no parágrafo anterior, indicam-se seguidamente algumas medidas específicas a ter em consideração:
  - garantir que a protecção estrutural dos suportes de carga assegure uma determinada estabilidade ao fogo (EF) do recinto ou edifício;
  - controlar a propagação vertical ou horizontal dos efeitos do incêndio, pelo que as áreas de trabalho com risco de incêndio devem estar separadas do resto das dependências, constituindo um sector de incêndios de resistência ao fogo (RF) adequada à carga térmica existente. A sectorização será assegurada por meio de distanciamento ou de compartimentação com paredes e tabiques corta-fogo (figura I.26);
  - garantir uma detecção eficaz, humana ou automática, e instalações que garantam uma transmissão do alarme rápida e fiável;
  - dispor de instalações adequadas e suficientes de combate a incêndios, sejam fixas ou portáteis, de accionamento manual ou automático. Os agentes extintores devem ser adequados e garantir a eficácia da extinção face ao AQP a extinguir (por exemplo, a utilização do tipo B para líquidos inflamáveis) e face à zona de aplicação (por exemplo, evitar a utilização de CO_2 em espaços exteriores). De igual modo, deve garantir-se que não se utilizam agentes extintores incompatíveis com o AQP (por exemplo, não utilizar água para extinguir alcalinos);
  - o número e o estado das vias de evacuação devem permitir a evacuação rápida e segura dos ocupantes;
  - quando necessário, os meios de combate a incêndios e o acesso às vias de evacuação devem estar sinalizados conforme previsto na Directiva 92/58/CEE;
  - garantir a eliminação dos fumos gerados pelo incêndio através de exutórios ou de outros meios de extracção (figura I.27).

2005-1599_PT.indd 53 17-10-2006 16:15:53

Verso da ficha n.º 14 (Protecção contra incêndios)

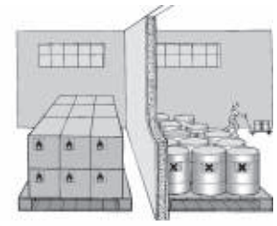


Figura I.26 Sectorização por meio de tabiques resistentes ao fogo

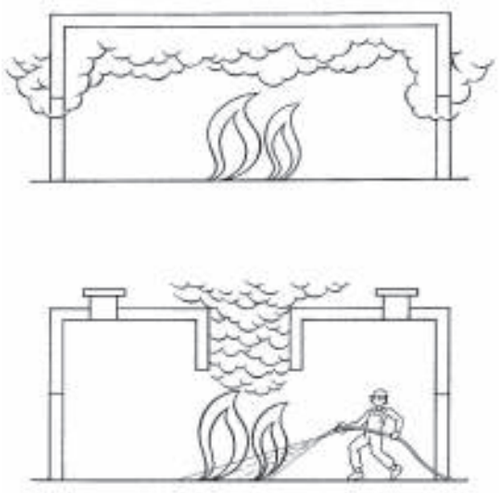


Figura I.27 Exutórios

2005-1599_PT.indd 54 17-10-2006 16:15:53

15 PREVENÇÃO E PROTECÇÃO CONTRA EXPLOSÕES

As medidas de prevenção e protecção a considerar para a melhoria da protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores expostos aos riscos derivados de atmosferas explosivas não são abordadas neste Guia, visto tratar-se de um risco especificamente regulamentado pela Directiva 1999/92/CE (ver Guia respectivo).

Os requisitos essenciais em matéria de saúde e segurança aplicáveis aos aparelhos e sistemas de protecção para uso em atmosferas potencialmente explosivas são regulados e encontram-se definidos na Directiva 94/9/CE.

2005-1599_PT.indd 55 17-10-2006 16:15:53

16 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL

Âmbito de aplicação

Os equipamentos de protecção individual (EPI) constituem a última barreira entre o agente químico perigoso e o trabalhador e por isso a sua utilização é limitada aos seguintes casos:

- quando as medidas de prevenção e protecção colectivas ou organizativas aplicadas sejam insuficientes ou tecnicamente inviáveis;
- quando não seja possível adoptar de imediato as medidas de prevenção e protecção colectivas adequadas e tenha de se recorrer provisoriamente à protecção individual;
- em operações pontuais ou numa situação eventual que não justifique a implementação de medidas permanentes, sempre que o uso de um EPI garanta um nível de protecção equivalente ao que seria proporcionado pelas medidas que visa substituir;
- sempre que ocorram situações de emergência, resgate ou auto-salvamento.

Tipos de equipamentos de protecção

- Respiratória (ver medida específica 16.1);
- ocular (ver medida específica 16.2);
- cutânea (luvas e roupa de protecção contra risco químico) (ver medida específica 16.3).

2005-1599_PT.indd 56 17-10-2006 16:15:54

16.1 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL RESPIRATÓRIA

Tipos

- Equipamentos filtrantes (*)
  - máscaras autofiltrantes (figura I.28);
  - semimáscara + filtro (cobre fossas nasais e boca) (figura I.29);
  - máscara + filtro (protege rosto e olhos) (figura I.30);
  - boquilha + filtro (figura I.31).
- Equipamentos isolantes
  - autónomos (figura I.32);
  - não autónomos ou semiautónomos (figura I.33).

Utilização

- Os equipamentos filtrantes devem ser utilizados sempre que a concentração de oxigénio no ambiente de trabalho for superior a 17%-18%.
- O tipo de equipamento filtrante deve ser escolhido de acordo com a concentração ambiental e a necessidade de proteger ou não o rosto e os olhos.
- A boquilha é utilizada em situações de emergência.
- Quando a concentração de oxigénio no ambiente de trabalho é inferior a 17% devem utilizar-se equipamentos isolantes.
- Estes últimos também devem ser usados quando a concentração ambiental do agente químico é muito eleva-da, 100 vezes o valor limite ambiental ou 1000 ppm ou superior ao índice imediatamente perigoso para a vida ou a saúde, IPVS (IDLH).

Capacidade dos filtros contra gases

- Classe 1: Filtros de baixa capacidade (10 vezes o valor limite, sem ultrapassar 100 ppm).
- Classe 2: Filtros de capacidade média (100 vezes o valor limite, sem ultrapassar 5 000 ppm).
- Classe 3: Filtros de alta capacidade (100 vezes o valor-limite, sem ultrapassar 10 000 ppm).

FILTROS CONTRA PARTÍCULAS	CÓDIGO	COR
80% de retenção	P1	branco
94% de retenção	P2	branco
99,95% de retenção	P3	branco
FILTROS CONTRA GASES E COMBINADOS		
Gases e vapores orgânicos; ponto de ebulição > 65°C)	**A**	**castanho**
Gases e vapores orgânicos; ponto de ebulição < 65°C)	**AX**	**castanho**
Gases e vapores inorgânicos	**B**	**cinzento**
SO_2 e outros gases e vapores ácidos; de acordo com as especificações do fabricante	**E**	**amarelo**
NH_3 u^e derivados orgânicos do NH_3 de acordo com as especificações do fabricante	**K**	**verde**
Óxidos de azoto	**NO-P3**	**azul**
Mercúrio	**Hg-P3**	**vermelho**

(*)Também existem equipamentos filtrantes nos quais o ar é forçado a atravessar o sistema de filtragem por meio de um pequeno ventilador alimentado por uma bateria. Desta forma, diminui o esforço a realizar pelo utilizador para vencer a perda de carga do filtro.

2005-1599_PT.indd 57 17-10-2006 16:15:54

Verso da ficha 16.1 (Equipamentos de protecção respiratória)

Figura 1.28 Máscara autofiltrante

Figura 1.29 Semimáscara

Figura 1.30 Máscara

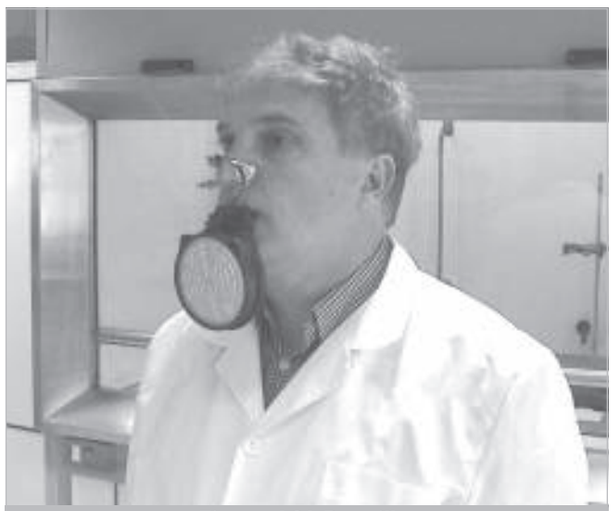


Figura 1.31 Boquilha

Figura 1.32 Equipamento de respiração autónomo

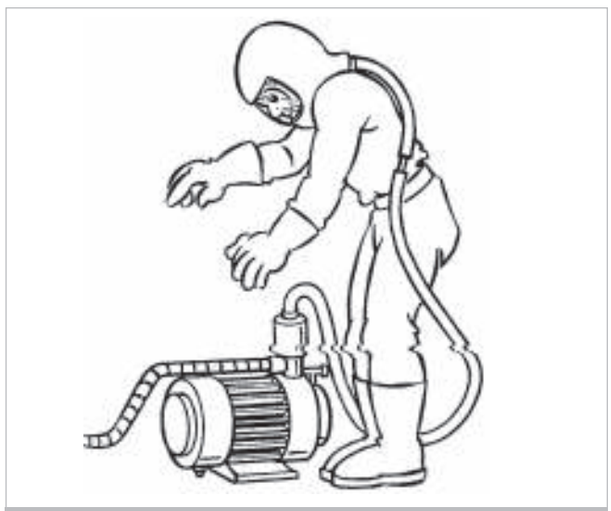


Figura 1.33 Equipamento de respiração semiautónomo

2005-1599_PT.indd 58 17-10-2006 16:15:54

16.2 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO INDIVIDUAL OCULAR

Utilização

Para evitar o contacto dos olhos com agentes químicos em estado líquido, sólido ou gasoso que lhes possam causar danos ou que possam ser absorvidos através da conjuntiva. Estas circunstâncias podem ocorrer:

- devido a salpicos ou projecções de partículas líquidas ou sólidas;
- devido a fugas de gases;
- devido à existência de concentrações elevadas de aerossóis sólidos ou líquidos ou de gases ou vapores no ambiente de trabalho. Normalmente é coincidente com a necessidade de uso de EPI de protecção respiratória. Nesse caso, deve utilizar-se máscara ou capuz ou então óculos que acompanhem a máscara, se for caso disso.

Ver figuras I.34 e I.35.

Marcação da armação

Código	Aplicação
Sem código	Para riscos mecânicos não especificados e radiação UV, IV e visível.
3	Contra gotas e salpicos de líquidos.
4	Contra pó cujas partículas sejam superiores a 5 µm.
5	Contra gases e vapores, nuvens de fumo e pó cujas partículas sejam inferiores a 5 µm.
8	Contra arco eléctrico produzido em curto-circuito eléctrico.
9	Contra salpicos de metais e penetração de sólidos incandescentes

Observações

- As peças devem possuir certificação e marcação CE e, no que respeita à protecção contra risco químico, o número três ou cinco, consoante o caso, marcado na armação como índice de protecção.
- Deve consultar-se o *folheto informativo* onde o fabricante indica as prestações das peças — tipos, índices de protecção e substâncias a que se aplica — bem como as condições de armazenagem, limpeza, tamanhos, etc.
- Deve prever-se a sua substituição dentro do prazo pertinente.

2005-1599_PT.indd 59 17-10-2006 16:15:55

Verso da ficha 16.2 (Equipamentos de protecção ocular)

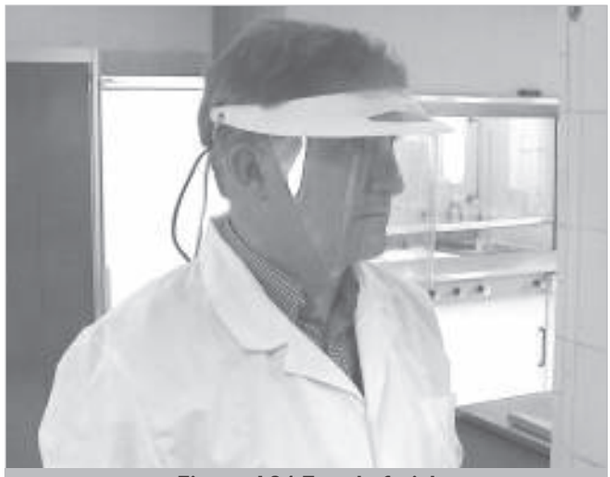


Figura I.34 Escudo facial

Figura I.35 Óculos de segurança

2005-1599_PT.indd 60 17-10-2006 16:15:55

16.3 EQUIPAMENTOS DE PROTECÇÃO CUTÂNEA — LUVAS E VESTUÁRIO DE PROTECÇÃO CONTRA RISCOS QUÍMICOS

Utilização

Utilizam-se as luvas (figura I.36) e peças de protecção cutânea, como aventais, polainas ou fatos, sempre que se pretenda evitar o contacto da pele e da roupa de trabalho com as substâncias químicas, seja porque estas podem ser absorvidas através da pele, seja porque podem causar-lhe danos.

As luvas e peças de protecção contra o risco químico possuem uma característica de hermeticidade na confecção (protecção contra a penetração, nas juntas, costuras, etc.) e resistência à passagem das substâncias do material que forma a luva ou a peça (protecção contra a penetração). Esta última protecção depende da substância contra a qual protege e não é permanente, mas tem um tempo máximo de efectividade. Desta forma, cada conjunto constituído pelo material de fabrico das peças e pelo produto químico contra o qual protege tem um nível de protecção. Existem seis níveis de protecção.

	Índice de protecção	**Tempo de protecção** *«breakthrough time»*
Tipo de protecção contra a penetração (*)	1	> 10 minutos
	2	> 30 minutos
	3	> 60 minutos
	4	> 120 minutos
	5	> 240 minutos
	6	> 480 minutos

(*) Refere-se a uma determinada substância (por exemplo, o etanol, etc.).

Tipos de fatos

Os fatos, que cobrem todo o corpo, são classificados da seguinte forma:

Tipo de fato	**Prestações**	
Tipo 1	O equipamento de protecção respiratória no interior do fato	Herméticos a produtos químicos em estado gasoso ou de vapor. Cobrem todo o corpo, incluindo luvas, botas e equipamento de protecção respiratória.
Tipo 1b	O equipamento de protecção respiratória no exterior do fato	
Tipo 1c	Ligados a uma linha de ar respirável	
Tipo 2	Semelhantes aos de tipo 1c, mas com menor estanquidade nas costuras	
Tipo 3	Herméticos a produtos químicos em estado líquido (jacto ou pressão)	
Tipo 4	Herméticos a produtos químicos pulverizados (*spray*)	
Tipo 5	Herméticos a produtos químicos em forma de partículas sólidas (poeiras)	
Tipo 6	Herméticos a pequenos salpicos líquidos	

2005-1599_PT.indd 61 17-10-2006 16:15:55

Observações

As peças devem possuir certificação e marcação CE e o seguinte anagrama de protecção contra o risco químico.

Riscos químicos

Deve consultar-se o *folheto informativo* no qual o fabricante indica as prestações da peça — tipos, índices de protecção e substâncias a que se aplica — bem como as condições de armazenagem, limpeza, tamanhos, etc.

Deve prever-se a sua substituição dentro do prazo pertinente.

Exemplo:

Índice de protecção	Agente químico
3	Amoníaco 25%
2	Ciclohexilamina
0	Éter dietílico
6	Ácido acético

Verso da ficha 16.3 (Equipamentos de protecção cutânea)

Figura 1.36 Luvas de segurança

2005-1599_PT.indd 62 17-10-2006 16:15:55

3.2 MEDIDAS DE PREVENÇÃO DURANTE O CICLO DE VIDA DO PRODUTO

Tal como tem vindo a ser referido neste capítulo, o risco químico é determinado pela *perigosidade* do agente (propriedades físico-químicas ou toxicológicas e forma física) e pelas suas *condições de utilização*. Por esse motivo, se não for possível substituir o agente, as medidas técnicas e organizativas a tomar, segundo uma ordem de prioridade, deverão visar a criação de condições de utilização que permitam reduzir o risco ao mínimo. Isto deve ser considerado durante todo o ciclo de vida dos produtos, desde o seu fabrico até à sua eliminação e tratamento depois de utilizados. Para o efeito, há que ter em conta dois dos eixos principais das actuações presentes e futuras da União Europeia relacionadas com esta matéria.

O *primeiro eixo*, de carácter mais geral, é o livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos [COM(2001) 68 final] no qual se defende o estabelecimento de um novo paradigma de crescimento e uma qualidade de vida superior, mediante criação de riqueza e competitividade com base em produtos mais ecológicos, e se propõe uma estratégia de reforço e reorientação das políticas ambientais relativas aos produtos, com vista a promover o desenvolvimento de um mercado de produtos mais ecológicos.

A política integrada relativa aos produtos é uma abordagem que pretende reduzir os efeitos ambientais dos produtos durante o seu ciclo de vida, desde a extracção mineira de matérias-primas até à gestão dos resíduos, passando pelas fases de produção, distribuição e utilização. Trata-se, em suma, de promover a ideia do ciclo de vida em toda a economia (incluindo os serviços, cuja utilização pode reduzir o consumo de produtos), como parte de todas as decisões relativas aos produtos, juntamente com outros critérios como a funcionalidade, a saúde e a segurança.

O *segundo eixo* vem definido no livro branco intitulado «Estratégia para a futura política em matéria de substâncias químicas» [COM(2001) 88 final], que tem como objectivo primordial o desenvolvimento sustentável. No que se refere ao objectivo deste Guia, o documento assinala que tanto os produtores e importadores como os utilizadores industriais e os formuladores de substâncias e preparações devem ser responsáveis por todos os aspectos relacionados com a segurança dos seus produtos e devem ser obrigados a proceder à sua avaliação relativamente à *parte do ciclo de vida* na qual intervêm, incluindo a eliminação e gestão de resíduos. O documento assinala igualmente, entre as prioridades da investigação, a melhoria dos métodos de avaliação do ciclo de vida das substâncias e preparações químicas.

Por esse motivo, e para as substâncias «extremamente preocupantes», exigir-se-á que a avaliação do risco apresentada às autoridades para obtenção de autorização da comercialização do produto abarque todo o ciclo de vida do mesmo. Tudo isto se integra num novo sistema de controlo das substâncias e preparações químicas, a aplicar a nível comunitário, denominado sistema REACH (registo, avaliação e autorização de produtos químicos — do inglês *Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals*).

No que se refere ao campo de aplicação da Directiva 98/24/CE, as fases do ciclo de vida dos produtos são as que se indicam seguidamente:

- concepção e desenho do produto: inclui a análise dos risco químico numa fase anterior ao fabrico de novos produtos e processos;
- produção: deve assumir os princípios da minimização tanto do consumo de energia e de recursos naturais como da produção de resíduos, incluindo a fase de utilização e eliminação do próprio produto na fase final da sua vida;
- manuseamento: trasfega do produto dentro da empresa;
- armazenagem: nas instalações do produtor e/ou em armazéns logísticos;
- acondicionamento, incluindo a identificação com segurança do produto e a eliminação das embalagens;
- distribuição e venda;
- utilização do produto pelo cliente, profissional ou particular, como produto final ou como matéria-prima para um novo processo;
- eliminação e tratamento do produto: ocorre no final da vida do produto e pode incluir transformações do mesmo antes da sua eliminação. Os resíduos deverão eliminar-se de forma a não gerarem um novo risco para a segurança e saúde dos trabalhadores.

A análise dos riscos gerados em cada fase do ciclo de vida de um produto ultrapassa o âmbito da empresa

2005-1599_PT.indd 63 17-10-2006 16:15:56

que o fabrica. O produto final de uma empresa pode ser a matéria-prima de outra, devendo ser utilizado de acordo com as indicações facultadas pelo fabricante, e daí a importância do fluxo de informação entre ambas as partes e de uma estreita colaboração no caso de se tratar de utilizadores profissionais.

A fase final do ciclo acarreta também riscos para o ambiente que podem resultar da eliminação e do tratamento do produto depois de utilizado, mas não é propósito deste Guia tratar este último aspecto.

Convém recordar que os princípios preventivos mencionados no capítulo 2 são aplicáveis em qualquer caso; no que se refere às medidas preventivas específicas expostas no capítulo 3, deverão escolher-se as mais indicadas, consoante a fase do ciclo de vida do produto em que nos encontremos.

2005-1599_PT.indd 64 17-10-2006 16:15:56

PARTE II

2005-1599_PT.indd 65 17-10-2006 16:15:56

2005-1599_PT.indd 66 17-10-2006 16:15:56

VIGILÂNCIA DA SAÚDE DOS TRABALHADORES EXPOSTOS AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS

I VIGILÂNCIA DA SAÚDE DOS TRABALHADORES EXPOSTOS A AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS

Para efeitos da Directiva 98/24/CE e, consequentemente, para efeitos do presente Guia, entende-se por vigilância da saúde «o exame de um trabalhador com o objectivo de determinar o seu estado de saúde relacionado com a exposição, no local de trabalho, a agentes químicos específicos» [artigo 2.º, alínea f)].

A vigilância da saúde *individual* (também denominada vigilância médica) consiste na realização de exames e aplicação de procedimentos médicos a cada trabalhador a fim de detectar e avaliar alterações do seu estado de saúde ou proceder à adaptação do posto de trabalho às suas características pessoais. Essa vigilância pode ser efectuada mediante exames médicos (o mais frequente) embora estes sejam apenas uma das formas possíveis. Outras formas seriam: questionários sobre a saúde, entrevistas, realização de testes antes e após a exposição, etc.

A esta orientação individual deveria acrescentar-se a *orientação colectiva*, na qual se procede à recolha, análise e interpretação de dados individuais para serem utilizados na planificação, concepção e avaliação dos programas de protecção e promoção da saúde.

Entre as obrigações da entidade patronal em matéria de protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores contra os riscos relacionados com os agentes químicos e de vigilância da saúde, destacam-se as seguintes:

1. Avaliar os riscos tendo em conta, se disponíveis, as conclusões retiradas de qualquer vigilância da saúde já efectuada (artigo 4.º, n.º 1).

2. Actualizar a avaliação dos riscos quando os resultados da vigilância da saúde demonstrem a sua necessidade (artigo 4.º, n.º 2, e artigo 10.º, n.º 4).

3. Rever as medidas previstas para eliminar ou reduzir os riscos tendo em conta os resultados da vigilância da saúde (artigo 10.º, n.º 4).

Os passos a seguir para a implantação de um programa de vigilância da saúde são os seguintes:

1. Decidir, à luz da directiva, se é necessário um programa de vigilância da saúde.

2. Determinar os procedimentos e frequência adequados.

3. Providenciar os recursos materiais e humanos necessários para realizar essa vigilância.

4. Assegurar a participação e informação adequadas dos trabalhadores e dos seus representantes.

5. Aplicar as medidas preventivas necessárias de acordo com os resultados obtidos.

6. Avaliar a eficácia das medidas preventivas aplicadas

Sem prejuízo do disposto no artigo 14.º da Directiva 89/391/CEE, de disposições específicas mais rigorosas de âmbito europeu ou nacional e da prática nacional, a entidade patronal adoptará as medidas necessárias para assegurar a *adequada* vigilância da saúde dos trabalhadores para os quais os resultados da avaliação contemplada no artigo 4.º da Directiva 98/24/CE tenham revelado um risco de saúde, bem como para o chumbo e respectivos compostos iónicos nas condições que vêm especificadas no anexo II e cujo valor-limite biológico é vinculativo.

Nos termos do artigo 10.º da Directiva 98/24/CE, considera-se que a vigilância da saúde é *adequada* sempre que se observarem *simultaneamente* as seguintes condições:

- a exposição do trabalhador a um agente químico perigoso for de molde a que uma doença identifi-

2005-1599_PT.indd 67 17-10-2006 16:15:56

cável ou efeito prejudicial para a saúde possa ser relacionado com a exposição; existência de uma relação entre o agente químico em causa e um dano para a saúde;

- seja verosímil que a doença ou efeito ocorra nas condições de trabalho particulares do trabalhador;
- a técnica de investigação for de baixo risco para os trabalhadores.

2 NATUREZA DOS EFEITOS DERIVADOS DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS

A acumulação de chumbo no organismo determina os efeitos sobre os trabalhadores. No local de trabalho, o chumbo é absorvido principalmente por via respiratória (ao respirar) e por via digestiva (ao comer, beber, fumar no local de trabalho). É transportado em 90%-95% pelos glóbulos vermelhos, acumula-se no organismo e a sua eliminação faz-se principalmente por via renal. O chumbo pode levar muitos meses a ser eliminado do organismo, acumulando-se preferencialmente nos ossos.

O sistema nervoso central (em especial o cérebro) é o mais sensível à exposição ao chumbo. Outros efeitos descritos em trabalhadores expostos ao chumbo e respectivos compostos iónicos são: alteração dos nervos periféricos, dos rins, anemia, aumento da tensão arterial e cólicas e dores abdominais. São também de referir os efeitos que o chumbo pode ter sobre a reprodução, nomeadamente infertilidade, abortos, morte do feto, baixo peso à nascença, parto prematuro ou efeitos neurocomportamentais na criança por exposição no útero da mãe ou durante a amamentação.

3 CONTEÚDO DA VIGILÂNCIA DA SAÚDE

Podemos dividir o programa de vigilância da saúde dos trabalhadores expostos ao chumbo em duas partes bem definidas: o controlo biológico e os exames médicos.

Nos termos do anexo II da Directiva 98/24/CE, a vigilância médica será efectuada nos seguintes casos:

- exposição do trabalhador a uma concentração de chumbo na atmosfera superior a 0,075 mg/m^3, sendo este valor a média ponderada de 40 horas semanais;
- detecção de uma concentração de chumbo no sangue de determinados trabalhadores superior a 40 µg Pb/100 ml.

O conteúdo do exame médico deve incluir:

- A *história laboral* completa, na qual, além dos dados referentes a anteriores exposições ao chumbo, se tenham em conta a utilização de vestuário ou de equipamentos de protecção individual bem como todas as práticas que possam aumentar a exposição ao agente, tais como maus hábitos de higiene ou o facto de comer, beber ou fumar no local de trabalho. Nesta história, devem constar os dados de *controlo ambiental* referentes às funções desempenhadas pelo trabalhador desde que as mesmas lhe foram atribuídas.
- A *história clínica,* na qual devem explorar-se os efeitos anteriores e actuais sobre os órgãos-alvo, nomeadamente o sangue, o sistema nervoso, o aparelho digestivo, os rins e o aparelho reprodutor. É especialmente relevante recolher informação sobre o consumo de tabaco e de álcool, medicação e exposições ao chumbo de origem não laboral. Alguns dos sintomas a vigiar no acompanhamento dos trabalhadores expostos ao chumbo e respectivos compostos iónicos devem ser os seguintes: fadiga, perda de apetite, dores ou cólicas abdominais, obstipação, gosto metálico, depressão ou sensação de desalento, irritabilidade, dificuldades de concentração ou de memória, alterações da personalidade, dores de cabeça, sensação de formigueiro ou de encortiçamento nas extremidades, debilidade muscular, dores articulares, perda de interesse pelo sexo e dificuldades em constituir descendência.
- A *exploração física* deve incidir sobre os aparelhos digestivo e cardiovascular (incluindo a medição da tensão arterial) assim como sobre o sistema nervoso.
- *Chumbo no sangue* (PbS): a determinação do chumbo no sangue tem duas utilizações principais: por um lado, como *complemento da determinação ambiental* (avaliação da exposição) e, por outro, como *ferramenta da medicina do trabalho* integrada na vigilância da saúde dos trabalhadores expostos. Pela sua

2005-1599_PT.indd 68 17-10-2006 16:15:56

natureza, ambas as abordagens serão objecto de tratamento específico numa outra secção. Seria conveniente que os responsáveis pela vigilância da saúde dos trabalhadores fossem também os responsáveis pelo desenvolvimento e aplicação do programa de controlo biológico, independentemente da utilização que dele se pretenda fazer na empresa, mantendo sempre uma estreita colaboração com os especialistas em higiene industrial e preservando a confidencialidade dos dados no que se refere à comunicação das conclusões, em conformidade com a prática nacional e com as directrizes éticas reconhecidas.

- Outros exames: tendo em conta as condições de exposição e as características individuais dos trabalhadores expostos, podem incluir-se, de *forma não rotineira e sempre conforme indicação do médico*, certos exames complementares que são comentados em seguida.

  Medição da tensão arterial

  Os dados actualmente disponíveis sugerem uma associação entre a exposição ao chumbo e o aumento da tensão arterial. A inocuidade, a simplicidade e o baixo custo da medição aconselham a sua utilização, sobretudo por causa da sua utilidade na vigilância da saúde na sua vertente colectiva e de longo prazo. A sua periodicidade será estabelecida conforme indicação do médico, em função da idade do trabalhador e do tempo e nível de exposição. É aconselhável medir a tensão arterial no exame prévio e durante o exame periódico. A periodicidade mínima desta medição (para trabalhadores normotensos e com níveis de PbS inferiores a 40 µg/100ml) deve ser anual.

  Hematócrito-hemoglobina

  Outro dos efeitos do chumbo é o aparecimento de anemia devido ao aumento da destruição dos glóbulos vermelhos assim como à inibição da síntese da hemoglobina. Por esse motivo, pode considerar-se a inclusão das determinações da concentração de hemoglobina e do valor do hematócrito no sangue venoso. Este tipo de anemia é mais frequente nos trabalhadores com carência de ferro (anomalia mais frequente entre as mulheres) assim como em trabalhadores com PbS superior a 50 µg/100ml. Do mesmo modo, seria conveniente considerar a inclusão no exame prévio de outras análises, como o estudo do esfregaço sanguíneo ou outros parâmetros eritrocitários para a detecção de alterações como, por exemplo, carência em glucose-6-fosfato desidrogenase ou talassemia minor, frequentes nos países mediterrânicos, na população africana e no sudeste asiático e que se podem agravar pela exposição ao chumbo.

  Protoporfirina de zinco (PPZ)

  Dado que os níveis de PPZ são indicadores de efeito a longo prazo, a sua determinação pode ser útil como complemento à determinação do PbS quando existem discrepâncias entre os valores ambientais e os biológicos, principalmente depois de se ter observado que, em exposições intermitentes, a cessação da exposição dá lugar a uma diminuição do PbS, mantendo-se os níveis de PPZ elevados.

  Avaliação da função renal

  Tanto a função como a estrutura renal podem ser afectadas pela acção do chumbo. Um dos maiores problemas do uso de exames à função renal é que muitos deles só apresentam alterações significativas quando a função baixou para mais de metade, servindo para determinar a gravidade e fazer o acompanhamento da evolução da lesão, mas não cumprindo o requisito da detecção precoce, que é imprescindível nos exames preventivos. Pode considerar-se o uso de análises como as dos níveis de N-acetil-glucosaminidase ou de β-2-microglobulina na urina para o acompanhamento de certos grupos devido ao nível e ao tempo de exposição.

  Estudo dos efeitos sobre o sistema nervoso

  Existem exames para a detecção precoce e a avaliação destes efeitos. Basicamente, são de dois tipos: neurocomportamentais e electrofisiológicos. Ambos devem ser utilizados de forma compatível com a história clínica e com exploração física e acompanhamento adequados.

  Outros indicadores

  Foram descritos outros indicadores como o chumbo na urina, a actividade da ALAD eritrocitária, o ácido delta-aminolevulínico, os níveis de coproporfirina na urina e ainda a concentração de chumbo no cabelo. As vantagens e desvantagens desses exames dependerão da situação concreta de exposição. A sua utilidade será sempre complementar, não devendo colocar-se

2005-1599_PT.indd 69 17-10-2006 16:15:57

nunca como alternativa à análise do chumbo no sangue, mas como complemento da mesma.

A vigilância da saúde deverá ser planeada de forma a permitir a detecção de trabalhadores especialmente sensíveis ao chumbo e respectivos compostos iónicos, seja de forma permanente seja de forma pontual, como por exemplo: trabalhadores em idade fértil, trabalhadoras grávidas ou lactantes, trabalhadores com alterações nos órgãos-alvo, etc. Essa detecção irá permitir a adaptação, na medida do possível, do posto de trabalho à sua condição, estabelecendo as medidas preventivas especiais necessárias para preservar a sua saúde.

O momento do exame médico é ideal para informar e reforçar os conhecimentos dos trabalhadores acerca dos riscos ligados ao chumbo, assim como as medidas de higiene indispensáveis para minimizar a exposição e que estão nas mãos dos trabalhadores: não beber, fumar ou comer no local de trabalho; lavar as mãos, braços e rosto e escovar as unhas antes de comer, beber, fumar; tomar duche no final do trabalho; utilizar correctamente as peças de protecção individual atribuídas ao seu posto de trabalho, etc.

4 CONTROLO BIOLÓGICO DOS TRABALHADORES EXPOSTOS AO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Em termos gerais, o controlo biológico pode ser definido como a medição e avaliação dos agentes químicos no local de trabalho, dos seus metabolitos ou dos seus efeitos precoces não patológicos, num meio biológico adequado da pessoa exposta. A sua finalidade é avaliar a exposição e o risco para a saúde, comparando os valores obtidos com uma referência adequada.

O próprio agente químico, os produtos da sua transformação gerados pelo organismo, os metabolitos, ou a alteração bioquímica resultante do referido efeito, todos eles objecto de medição, são os chamados *indicadores*.

Os *meios biológicos* mais usuais são o sangue, a urina e o ar expirado, mas para cada agente químico existem certos meios biológicos que são mais adequados para o controlo biológico do que outros. A porção que se recolhe de algum desses meios biológicos de um indivíduo para efectuar a medição constitui a *amostra*.

O *resultado* da medição permite conhecer o grau de exposição do indivíduo e deduzir se o trabalhador se encontra ou não em situação de risco para a sua saúde quando se dispõe de um *valor-limite biológico* estabelecido para esse contaminante, com um critério de aplicação adequado para o efeito.

Quanto ao seu significado, os resultados do controlo biológico e as suas avaliações não se diferenciam essencialmente dos que se obtêm através das técnicas de controlo ambiental uma vez que, tal como estas, proporcionam informação que faz referência, como já foi assinalado, à exposição actual dos trabalhadores e ao risco potencial para a sua saúde em determinadas condições, e não ao seu estado de saúde actual ou futuro.

O controlo biológico permite uma medição da exposição interna do indivíduo e, como foi referido anteriormente, tem duas abordagens bem diferenciadas: a colectiva (como complemento do controlo ambiental) e a individual (como ferramenta da Medicina do Trabalho, integrada na vigilância da saúde). No quadro II.1, apresenta-se um resumo das suas principais indicações.

4.2 DETERMINAÇÃO DO CHUMBO NO SANGUE

Os aspectos gerais do controlo biológico que acabamos de mencionar constituem a base da aplicação desta técnica preventiva a trabalhadores expostos ao chumbo e respectivos compostos iónicos, sendo o chumbo no sangue o parâmetro de eleição.

Na fase de execução do mesmo, há que ter em conta os seguintes aspectos técnicos:

- trabalhadores que devem ser submetidos ao controlo;
- datas de execução;
- recolha de amostras, armazenamento e transporte;
- análise;
- recepção dos resultados e do controlo de qualidade;
- definição das medidas a tomar em função dos resultados obtidos;
- transmissão da informação.

2005-1599_PT.indd 70 17-10-2006 16:15:57

No anexo 6 deste Guia, propõem-se métodos adequados de recolha de amostras e análise do chumbo e respectivos compostos iónicos no sangue e na atmosfera.

Tendo em conta que o nível de chumbo no sangue é o indicador mais representativo do estado de equilíbrio dinâmico alcançado entre o chumbo ambiental e o do organismo *quando se observam certas condições,* e que a partir dos resultados do teste de PbS *devem ser tomadas decisões* de certa relevância, é evidente a necessidade de obter valores fiáveis, assegurando o máximo rigor tanto no processo de obtenção, recolha e transporte da amostra, como no processo de análise.

A utilização do valor-limite biológico como referência só é correcta quando se cumprem as duas condições a seguir indicadas:

1. a exposição deve manter-se dentro de um padrão estável durante um determinado período (vários meses) antes da realização do controlo biológico;

2. o organismo do trabalhador deve ter alcançado efectivamente o referido equilíbrio quando se proceder à recolha da amostra de sangue, ou seja, não devem ter ocorrido factos susceptíveis de impedir que se alcance esse equilíbrio ou que ele se encontre distorcido, por exemplo através de alterações fisiológicas ou patológicas importantes.

Se se realizar um controlo biológico dos trabalhadores expostos sem estarem satisfeitas estas condições, o resultado obtido poderá não ser representativo da sua exposição real e levar a uma conclusão errónea relativamente à sua valoração e à verdadeira dimensão do risco que correm esses trabalhadores.

Outra questão essencial tem a ver com os requisitos que é necessário observar quando se realiza este exame a fim de que os resultados obtidos satisfaçam as expectativas de utilidade para avaliar a exposição a este metal ou aos respectivos compostos iónicos e o risco que daí advém para a saúde dos trabalhadores envolvidos.

Na prática, existem dois tipos de requisitos que têm de ser cumpridos, uns de gestão e outros técnicos. No que se refere ao laboratório, os requisitos de gestão

Quadro II.1 Aplicabilidade do controlo biológico

É adequado para	**Não é adequado para**
• Confirmar os resultados de uma avaliação ambiental quando esta oferece dúvidas, por exemplo, se é difícil obter medições ambientais representativas. • Detectar a possível absorção por outras vias que não a respiratória, podendo alterar a avaliação inicial do risco, baseada exclusivamente nos dados ambientais. • Verificar a eficácia da utilização dos equipamentos de protecção individual ou outras medidas preventivas introduzidas. • Detectar exposições não laborais (ambientais, domésticas, em actividades de lazer, etc.). • Detectar indivíduos com possível sobrecarga física de trabalho num grupo de trabalhadores operando teoricamente nas mesmas condições. • Detectar exposições que, sem chegarem a constituir um risco, poderão ser reduzidas melhorando os hábitos de trabalho e de higiene pessoais.	• Controlar exposições a agentes químicos para os quais não se dispõe de indicadores fiáveis. • Substituir de forma automática o controlo ambiental em exposições a contaminantes químicos cuja penetração se faz exclusivamente por via inalatória. • Avaliar o estado de saúde do trabalhador, embora possa ter uma clara relação com ele. • Fazer o diagnóstico clínico da doença. • Avaliar os riscos ou os efeitos derivados de exposições agudas. • Determinar a procedência laboral do contaminante analisado.

2005-1599_PT.indd 71 17-10-2006 16:15:57

vão desde a organização do próprio laboratório, a adopção de sistemas de qualidade e controlo de documentação, entre outros, até ao sistema de auditorias internas. Os requisitos técnicos incluem o pessoal, as instalações, os métodos de ensaio e calibração, e a garantia da qualidade do resultado. No seu conjunto e individualmente, estes requisitos são objecto de aplicação da norma EN-DIS 15189:2003 que trata da acreditação dos laboratórios de ensaio e calibração e que, em consequência, poderia ser apropriada para a determinação de chumbo no sangue.

Elementos chave para avaliar a competência de um laboratório de análises:

- cumprimento (se for caso disso) da legislação específica aplicável;
- dispor de protocolos de conservação e transporte;
- instrumentação adequada e pessoal qualificado;
- possuir uma acreditação de qualidade a nível técnico;
- participação em programas de controlo de qualidade interlaboratoriais.

4.3 O CONTROLO BIOLÓGICO COMO FERRAMENTA DA MEDICINA DO TRABALHO

Tendo em conta que existem estudos que relacionam o valor do PbS com certos efeitos nos órgãos-alvo (quadro II.2), o conhecimento da concentração de chumbo no sangue pode permitir-nos, de forma orientativa, estabelecer critérios para decidir sobre a periodicidade da vigilância da saúde, assim como estabelecer valores de corte para aconselhar a mudança de posto de trabalho ou o valor-limite biológico para trabalhadores especialmente sensíveis**.** As recomendações desta secção deverão ser revistas e adaptadas às condições concretas de exposição, bem como às características da população protegida.

2005-1599_PT.indd 72 17-10-2006 16:15:58

Quadro II.2 Concentração de chumbo no sangue e efeitos observados sobre a saúde ([17]).

Critérios de referência	Nível mais baixo de observação do efeito (µg/dl)	Efeitos sobre o sangue	Efeitos neurológicos	Efeitos renais	Efeitos sobre o aparelho reprodutor	Efeitos sobre a descendência	Efeitos cardiovasculares	Nível de acção
	100-120		Encefalopatia aguda	Nefropatia crónica				
	80	Anemia						
Directiva 98/24/CE	70				Infertilidade (mulher)	Compromisso da capacidade reprodutiva do feto feminino		
	50	Diminuição da hemoglobina						
	40	Aumento do ALAU	Efeitos neurocomportamentais e dos nervos periféricos	Sinais precoces de nefrotoxicidade	Infertilidade (homem)			Directiva 98/24/CE
BEI-ACGIH ([18]) SCOEL ([19])	30					Abortos espontâneos por exposição paterna. Parto prematuro e diminuição do peso à nascença	Aumento da tensão arterial	
	25-30	Aumento da PPZ ♂				Alterações funcionais no recém-nascido		
	15-20	Aumento da PPZ ♀						
	< 10	Inibição da ALAD						

([17]) Este quadro foi elaborado a partir da figura 1 incluída no relatório SCOEL/SUM/83 final, de Janeiro de 2002, «Reccomendation of the scientific commitee on occupational exposure limits for lead and its inorganic compounds» e da ficha relativa ao chumbo e respectivos compostos iónicos do «Documentation of the biological exposure indices – 2001» de ACGIH.

([18]) Biological exposure indices – American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

([19]) Comité Científico «Limites de Exposição Profissional».

2005-1599_PT.indd 73 17-10-2006 16:15:58

Especialmente sensíveis

Os valores-limite de exposição profissional ao chumbo e respectivos compostos iónicos, de aplicação obrigatória a nível comunitário, «além dos factores considerados no estabelecimento dos valores-limite indicativos, reflectirão factores de viabilidade» (artigo 3.º, n.º 4, da Directiva 98/24/CE). Por esse motivo, se se tiverem em conta os dados relativos à neurotoxicidade, à nefrotoxicidade e à toxicidade para a reprodução, em certos grupos que devem ser alvo de uma protecção especial deverão aplicar-se critérios mais restritivos. Esses grupos serão obviamente as mulheres grávidas ou lactantes e os jovens, mas também qualquer trabalhador que apresente alguma condição ou característica que possa implicar uma maior probabilidade de sofrer algum efeito derivado da exposição, nomeadamente trabalhadores e trabalhadoras em idade fértil, com problemas renais, neurológicos ou hemáticos de certa gravidade, com uma carga corporal elevada devido a exposições anteriores, etc.; em suma, qualquer circunstância que, no entender do médico, represente um maior risco para a saúde do trabalhador em questão ou da sua descendência.

Mudança de posto de trabalho

Quando se tiver produzido um dano para a saúde de um trabalhador, que se manifesta ou através de uma doença identificável ou através de efeitos nocivos, ou que se tenha excedido um valor-limite biológico obrigatório, a Directiva 98/24/CE (artigo 10.º, n.º 4) estabelece para a entidade patronal certas obrigações, nomeadamente a de ter em conta as recomendações dos especialistas qualificados ou da autoridade competente ao aplicar as medidas previstas no artigo 6.º para eliminar ou reduzir o risco, «incluindo a possibilidade de atribuir ao trabalhador em causa uma função alternativa na qual não haja riscos de mais exposição».

O afastamento de certos trabalhadores do seu posto de trabalho em função do nível de PbS é uma medida de protecção que visa evitar o aparecimento de possíveis danos para a saúde, e é conveniente que, antes de a tornar efectiva, se proceda a uma nova verificação do PbS nos 15 dias seguintes. Os níveis de corte de PbS recomendáveis para proceder à mudança de posto de trabalho dos trabalhadores expostos dependerão principalmente da idade, do sexo e de certas características individuais:

- a superação do valor-limite biológico previsto no anexo II da Directiva 98/24/CE obrigará ao afastamento do trabalhador do seu posto de trabalho e à realização de controlos bimestrais até que esse valor se situe, em duas ocasiões consecutivas, abaixo do valor-limite biológico obrigatório em vigor a nível europeu ou nacional (se este for mais restritivo que o valor europeu);

- a inexistência de valores «seguros» para evitar os efeitos da exposição ao chumbo e respectivos compostos iónicos sobre o feto ou sobre o lactente aconselha a que se evite a exposição da trabalhadora grávida ou lactante a níveis de chumbo no sangue superiores aos da população geral de referência. Por isso, há que zelar por que esse nível não seja ultrapassado e, se o for, proceder de imediato à mudança de posto de trabalho;

- nos trabalhadores com menos de 18 anos, o nível de corte será de 50 µg/dl, utilizando-se o mesmo procedimento de reintegração que é utilizado para os trabalhadores adultos;

- a prevenção das alterações da reprodução na população exposta (tanto em homens como em mulheres) aconselha a que se diminua ao máximo a exposição ao chumbo dos trabalhadores em idade fértil. No caso dos homens, o período crítico será o correspondente aos 90 dias anteriores à concepção. Na mulher, dado que o chumbo é também um tóxico que se acumula no organismo e que pode ser libertado durante a gravidez ou a amamentação, será aconselhável manter os níveis de chumbo no sangue abaixo de 25-30 µg/dl.

Tipos e periodicidade da vigilância da saúde

Tendo em conta que a vigilância da saúde nos permite saber se as medidas de prevenção e protecção adoptadas estão a proteger realmente a saúde do trabalhador, o conteúdo e a periodicidade da mesma devem ajustar-se à obtenção, nos momentos chave, dos dados necessários para proceder à referida verificação.

Antes da exposição

Antes da afectação de um trabalhador a um posto de trabalho com exposição ao chumbo ou respectivos compostos iónicos, deverá realizar-se um exame médico de acordo com os objectivos específicos do programa de prevenção, o qual servirá de referência para estudar a evolução da saúde do trabalhador ao longo do tempo. Seria conveniente que, além das medidas descritas na secção 3 (história laboral e clínica, exploração física específica e determinação do chumbo no sangue) fossem também incluídos os seguintes exa-

2005-1599_PT.indd 74 17-10-2006 16:15:58

mes: medição da tensão arterial, hematócrito e hemoglobina, assim como qualquer outro exame considerado necessário para detectar os trabalhadores especialmente sensíveis. Reveste-se de especial interesse a repetição do PbS até o trabalhador alcançar o equilíbrio mencionado anteriormente.

Periódica

A periodicidade mínima para os trabalhadores cuja concentração de chumbo no sangue (PbS) ou no ar (PbA) seja superior a 40 µg/100ml ou 0,075 mg/m^3 deve ser anual para o exame médico e semestral para o controlo biológico.

Dependendo dos resultados obtidos, a periodicidade poderá passar de forma temporária ou permanente a semestral, trimestral, mensal, etc., sempre conforme indicação do médico e em função dos resultados clínicos, das características pessoais e das condições concretas da exposição. Ao conteúdo de base podem acrescentar-se, de forma circunstancial e para esclarecer discrepâncias ou para clarificar resultados anteriores, exames complementares como a PPZ ou testes neurocomportamentais.

Circunstancial

Incluem-se nesta categoria os exames médicos motivados pelo aparecimento de um dano em um ou vários trabalhadores de um grupo homogéneo de risco, por alterações na exposição laboral (seja por problemas esporádicos, seja por alterações nas condições de exposição) ou por alterações temporais ou permanentes nas características pessoais de um trabalhador.

Ao exame de base devem acrescentar-se todos os exames considerados adequados para uma detecção precoce das possíveis consequências dessas alterações. Especialmente nas mulheres grávidas ou lactantes, cuja exposição seja equiparável à exposição da população geral de referência ou inferior a 30 µg/100ml (escolhendo sempre a opção mais favorável), deverão efectuar-se determinações de PbS no mínimo de três em três meses.

Por tudo isto, sempre por indicação médica, de acordo com as condições de exposição e as características individuais, e a fim de melhorar a protecção da saúde dos mesmos, consideram-se apropriadas as recomendações resumidas no quadro II.3.

2005-1599_PT.indd 75 17-10-2006 16:15:58

Quadro II.3 Recomendações sobre a vigilância da saúde e o controlo biológico

PbS em µg/100ml / Categoria de trabalhadores (*)	> valor da população de referência < 40	41-50	51-60	61-70	> 70
Trabalhadores em geral	Recomendação: VS ([1]) e CB ([2]) conforme indicação do médico	**VS e CB obrigatórios** Recomendação: VS anual e CB semestral		Recomendação: revisão das condições e modificações operacionais, VS anual ou mais frequente, conforme indicação do médico, CB trimestral	**Revisão das condições, modificações operacionais (obrigatório)** Recomendação: afastamento do posto de trabalho (***), VS anual ou mais frequente, conforme indicação do médico, CB bimestral
Mulheres grávidas, puérperas ou lactantes	Recomendação: afastamento do posto de trabalho (**)				
De -de 18ans	Recomendação: VS e CB, conforme indicação do médico	Recomendação: revisão das condições e modificações operacionais, VS anual e CB trimestral	Recomendação: afastamento do posto de trabalho (***), VS anual ou mais frequente, conforme indicação do médico, e CB bimestral		

(*) A vigilância da saúde estará sujeita às características individuais do trabalhador em cada caso.
(**) O regresso ao trabalho terá lugar quando tiver desaparecido o risco para a mulher, o feto ou o lactente e mediante determinação do médico responsável.
(***) O regresso ao trabalho terá lugar quando o valor do PbS for inferior ao valor-limite biológico obrigatório a nível europeu ou nacional, de preferência em duas determinações consecutivas (num intervalo de dois meses).
(1) VS: vigilância da saúde.
(2) CB: controlo biológico.

2005-1599_PT.indd 76 17-10-2006 16:15:59

PARTE III

2005-1599_PT.indd 77 17-10-2006 16:15:59

2005-1599_PT.indd 78 17-10-2006 16:15:59

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I REGULAMENTOS, DIRECTIVAS E OUTROS DOCUMENTOS LEGISLATIVOS EUROPEUS CITADOS

Regulamento (CEE) n.º 793/93 do Conselho, de 23 de Março de 1993, relativo à avaliação e controlo dos riscos ambientais associados às substâncias existentes. JO L 84 de 5.4.1993.

Directiva 67/548/CEE do Conselho, de 27 de Junho de 1967, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas. JO L 196 de 16.8.1967 (e posteriores alterações e adaptações ao progresso técnico).

Directiva 89/654/CEE do Conselho, de 30 de Novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para os locais de trabalho (primeira directiva especial, na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 393 de 30.12.1989.

Directiva 89/655/CEE do Conselho, de 30 de Novembro de 1989, às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho no trabalho (segunda directiva especial, na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 393 de 30.12.1989.

Directiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho. JO L 183 de 29.6.1989.

Directiva 90/394/CEE do Conselho, de 28 de Junho de 1990, relativa à protecção dos trabalhadores contra riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos durante o trabalho (sexta directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 196 de 26.7.1990.

Directiva 91/155/CEE da Comissão, de 5 de Março de 1991, que define e estabelece, nos termos do artigo 10.º da Directiva 88/379/CEE do Conselho, as modalidades do sistema de informação específico relativo às preparações perigosas. JO L 76 de 22.3.1991 (e alterações posteriores).

Directiva 92/58/CEE do Conselho, de 24 de Junho de 1992, relativa às prescrições mínimas para a sinalização de segurança e/ou de saúde no trabalho (nona directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 245 de 26.8.1992.

Directiva 92/85/CEE do Conselho, de 19 de Outubro de 1992, relativa à implementação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes no trabalho (décima directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 348 de 28.11.1992.

Directiva 93/75/CEE do Conselho, de 13 de Setembro de 1993, relativa às condições mínimas exigidas aos navios com destino aos portos marítimos da Comunidade ou que deles saiam transportando mercadorias perigosas ou contaminantes. JO L 247 de 5.10.1993.

Directiva 94/9/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março de 1994, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros sobre aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas. JO L 100 de 19.4.1994.

Directiva 94/33/CE do Conselho, de 22 de Junho de 1994, relativa à protecção dos jovens no trabalho. JO L 216 de 20.8.1994.

2005-1599_PT.indd 79 17-10-2006 16:15:59

Directiva 96/39/CE do Conselho, de 19 de Junho de 1996, que altera a Directiva 93/75/CEE do Conselho. JO L 196 de 7.8.1996 (e respectivas alterações).

Directiva 96/49/CEE do Conselho, de 23 de Julho de 1996, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes ao transporte ferroviário de mercadorias perigosas. JO L 235 de 17.9.1996 (e respectivas alterações).

Directiva 96/82/CE do Conselho, de 9 de Dezembro de 1996, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas. JO L 10 de 14.1.1997.

Directiva 97/42/CE do Conselho, de 27 de Junho de 1997, que altera pela primeira vez a Directiva 90/394/CEE. JO L 179 de 8.7.1997.

97/C 267/16. Proposta de Directiva do Conselho relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes ao transporte de mercadorias perigosas por via navegável interior, e posteriores alterações.

Directiva 98/24/CE do Conselho, de 7 de Abril de 1998, relativa à protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho (décima-quarta directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 131 de 5.5.1998.

Directiva 98/37/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 Junho de 1998, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes às máquinas. JO L 207 de 23.7.1998.

Directiva 1999/38/CE do Conselho, de 29 de Abril de 1999, que altera pela segunda vez a Directiva 90/394/CEE. JO L 138 de 1.6.1999.

Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro de 1999, relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas (15.ª directiva especial, na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE). JO L 23 de 28.1.2000.

Directiva 1999/45/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 31 de Maio de 1999, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-Membros respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem das preparações perigosas. JO L 200 de 30.7.1999.

Directiva 2000/39/CE da Comissão, de 8 de Junho de 2000, relativa ao estabelecimento de uma primeira lista de valores-limite de exposição profissional indicativos para execução da Directiva 98/24/CE do Conselho relativa à protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho. JO L 142 de 16.6.2000.

Resolução 2001/C 121/04 do Parlamento Europeu, sobre o Relatório da Comissão sobre a Adopção da Directiva 92/85/CEE. JO C 121 de 24.4.2001.

Directiva 2001/60/CE da Comissão, de 7 de Agosto de 2001, que adapta ao progresso técnico a Directiva 1999/45/CE. JO L 226 de 22.8.2001.

Directiva 2003/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Março de 2003, que altera a Directiva 83/477/CEE do Conselho relativa à protecção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho. JO L 097 de 15.4.2003.

COM(2000) 466 final. Comunicação da Comissão, de 5 de Novembro de 2000, sobre as directrizes relativas à avaliação dos agentes químicos, físicos e biológicos bem como dos processos industriais que comportem riscos para a segurança ou a saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes.

2005-1599_PT.indd 80 17-10-2006 16:15:59

European Chemical Industry Council. Guidance on the health protection of pregnant, recently delivered and breast-feeding women at work. Implementation of Directive 92/85/EEC.

COM(2001) 68 final, Comissão das Comunidades Europeias. Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos. Bruxelas, 7 de Fevereiro de 2001.

COM(2001) 88 final, Comissão das Comunidades Europeias. Livro branco «Estratégia para a futura política em matéria de substâncias químicas». Bruxelas, 27 de Fevereiro de 2001.

2 NORMAS EUROPEIAS

EN 481:1993 Workplaces atmospheres – Size fraction definitions for measurement of airborne particles.

EN 482:1994 Workplace atmospheres – General requirements for the performance of procedures for measurement of chemical agents.

EN 689:1995 Workplace atmospheres – Guidance for the assessment of exposure to chemical agents for comparison with limit values and measurement strategy.

EN 838:1995 Workplace atmospheres – Diffusive samplers for the determination of gases and vapours – Requirements and test methods.

EN 1076:1997 Workplace atmospheres – Pumped sorbent tubes for the determination of gases and vapours – Requirements and test methods.

EN 1231:1996 Workplace atmospheres – Short term detector tube measurement systems – Requirement and test methods.

EN 1232:1997 Workplace atmospheres – Pumps for pessoal sampling of chemical agents – Requirements and test methods.

EN 1540:1998 Workplace atmospheres – Terminology.

EN 12919:1999 Workplace atmospheres – Pumps for the samplig of chemical agents with a volume flow rate of over 5 l/min – Requirements and test methods.

EN 13205:2001 Workplace atmospheres – Assessment of performance of instruments for measurement of airborne particle concentrations.

EN 13890:2002 Workplace atmospheres – Procedures for measuring metals and metalloids in airborne particles – Requirements and test methods.

ENV 13936:2001 Workplace atmospheres – Measurement of chemical agents present as mixtures of airborne particles and vapours – Requirement and test methods.

EN 14042:2003 Workplace atmospheres – Guide for the application and use of procedures for the assessment of chemical and biological agents.

EN-DIS 15189:2002 Medical Laboratories – Particular requirements for quality and competence.

3 COLECTÂNEAS DE MÉTODOS DE ANÁLISE

Deutsche Forschungsgemeinschaft. Analysis Hazardous Substances in air. Vol. 1-6 (2002). DFG Verlag Chemie, Germany.

2005-1599_PT.indd 81 17-10-2006 16:15:59

Health and Safety Executive. Methods for the Determination of Hazardous Substances. HSE Occupational Medicine and Hygiene Laboratory, UK.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Métodos de Toma de Muestras y Análisis. INSHT, España.

Institut National de Recherche et de Sécurité. Métrologie de Pollutants – Recueil des méthodes de prélèvement et d´analyse de l´air pour l´évaluation de l´exposition professionnelle aux agents chimiques. INRS, France.

Occupational Safety and Health Administration. Analytical Methods Manual. OSHA, USA.

Occupational Safety and Health Administration. Sampling and Analytical Methods. OSHA, USA.

National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed. DHHS (NIOSH) Pub. No. 94-113 (1994), USA.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Documentation of the NIOSH Validation Tests. DHEW (NIOSH) Pub. No. 77-185, USA.

4 BIBLIOGRAFIA GERAL

Academic Press. International Safety Academy. Macon, Georgia. 1973. Fine, WT. *Mathematical Evaluations for Controlling Hazards* (incluído na obra editada por Widner, J.T : *Selected Readings in Safety*).

Asociación Internacional de la Seguridad Social. Almacenamiento de sustancias peligrosas – Compendio práctico. ISSA Prevention series n.º 2001 (Sp).

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit. The Colum Model – An aid to risk identification and substitute assessment, 2001.

CNAM-CRAM-INRS. Produits dangereux – Guide d'évaluation des risques.

Coordinamento tecnico per la prevenzione degli assessorati alla sanità delle regioni e province autonome di Trento e Bolzano. *Decreto Legislativo n.º 626/94 TITOLO VII-bis. Protezione da agenti chimici – Linee Guida.*

Health and Safety Executive. COSHH Essentials, 2003.

Health and Safety Executive. Biological monitoring in the workplace. A guide to its practical application to chemical exposure. HSE Books. Second edition, 1997.

Health and Safety Executive. Monitoring strategies for toxic substances. HSE Books. 1997.

Hodgkinson, E. *Guidelines for the Medical Surveillance of Lead Workers*. New Zealand, 1994

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Bestratén M., Pareja F. *Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*. Nota Técnica de Prevención n .º 330-1993.

Instituto Nacional de Seguidad e Higiene en el Trabajo. Duarte G., Piqué T. *Evaluación del riesgo de incendio.* Nota Técnica de Prevención n .º 599-2003.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía Técnica del RD 374/2001 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*. INSHT, 2002.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1999. Obiols, J. *Control Biológico de los trabajadores expuestos a contaminantes químicos*.

2005-1599_PT.indd 82 17-10-2006 16:16:00

Leidel, Busch e Lynch. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual. NIOSH. 1977.

Ministerio de Sanidad y Consumo de España. *Plomo – Protocolo de vigilancia sanitaria específica.*

Occupational Safety and Health Association. *Lead* – 1910.1025.

Occupational Safety and Health Association. *Medical surveillance guidelines* – 1910.1025 AppC.

Occupational Safety and Health Association. *Non Mandatory Protocol for Biological Monitoring* – 1910.1027 App F.

Rhodia. *Guide Hygiène Industrielle. Evaluation quantitative des expositions professionelles aux agents chimiques par inhalation*. Comunicação pessoal.

TRGS 440 «Ermitteln e Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen e Methoden zur Ersatzstoffprüfung» (Bundesarbeitsblatt 3/2001 p. 105-112, corrected in BArbBl. 4/2001 p. 108, amended 3/2002 p. 67).

Union des Industries Chimiques. *Outil d'évaluation des risques liés aux produits chimiques*. Document DT 63, Octobre 1999.

Union des Industries Chimiques. Cahier de sécurité n.º 13. Sécurité des installations. Méthodologie de l'analyse de risque. Document DT 54, Mars 1998.

2005-1599_PT.indd 83 17-10-2006 16:16:00

2005-1599_PT.indd 84 17-10-2006 16:16:00

ANEXOS

2005-1599_PT.indd 85 17-10-2006 16:16:00

2005-1599_PT.indd 86 17-10-2006 16:16:00

ANEXO I
FRASES R, FRASES S E SUAS COMBINAÇÕES

FRASES R DE RISCO

R1	Explosivo no estado seco.
R2	Risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
R3	Alto risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.
R4	Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis.
R5	Perigo de explosão sob a acção do calor.
R6	Perigo de explosão com ou sem contacto com o ar.
R7	Pode provocar incêndio.
R8	Favorece a inflamação de matérias combustíveis.
R9	Pode explodir quando misturado com matérias combustíveis.
R10	Inflamável.
R11	Facilmente inflamável.
R12	Extremamente inflamável.
R14	Reage violentamente em contacto com a água.
R15	Em contacto com a água liberta gases extremamente inflamáveis.
R16	Explosivo quando misturado com substâncias comburentes.
R17	Espontaneamente inflamável ao ar.
R18	Pode formar mistura vapor-ar explosiva/inflamável durante a utilização.
R19	Pode formar peróxidos explosivos.
R20	Nocivo por inalação.
R21	Nocivo em contacto com a pele.
R22	Nocivo por ingestão.
R23	Tóxico por inalação.
R24	Tóxico em contacto com a pele.
R25	Tóxico por ingestão.
R26	Muito tóxico por inalação.
R27	Muito tóxico em contacto com a pele.
R28	Muito tóxico por ingestão.
R29	Em contacto com a água liberta gases tóxicos.
R30	Pode tornar-se facilmente inflamável durante o uso.
R31	Em contacto com ácidos liberta gases tóxicos.
R32	Em contacto com ácidos liberta gases muito tóxicos.
R33	Perigo de efeitos cumulativos.
R34	Provoca queimaduras.

2005-1599_PT.indd 87 17-10-2006 16:16:01

R35	Provoca queimaduras graves.
R36	Irritante para os olhos.
R37	Irritante para as vias respiratórias.
R38	Irritante para a pele.
R39	Perigo de efeitos irreversíveis muito graves.
R40 (*)	Possibilidade de efeitos cancerígenos.
R41	Risco de graves lesões oculares.
R42	Pode causar sensibilização por inalação.
R43	Pode causar sensibilização em contacto com a pele.
R44	Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado.
R45	Pode causar cancro.
R46	Pode causar alterações genéticas hereditárias.
R48	Riscos de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada.
R49	Pode causar cancro por inalação.
R50	Muito tóxico para os organismos aquáticos.
R51	Tóxico para os organismos aquáticos.
R52	Nocivo para os organismos aquáticos.
R53	Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
R54	Tóxico para a flora.
R55	Tóxico para a fauna.
R56	Tóxico para os organismos do solo.
R57	Tóxico para as abelhas.
R58	Pode causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente.
R59	Perigoso para a camada de ozono.
R60	Pode comprometer a fertilidade.
R61	Risco durante a gravidez de efeitos adversos para o feto.
R62	Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.
R63	Possíveis riscos durante a gravidez de efeitos indesejáveis para o feto.
R64	Pode causar danos nas crianças alimentadas com leite materno.
R65	Nocivo: pode causar danos nos pulmões se ingerido.
R66	Pode provocar secura da pele ou fissuras, por exposição repetida.
R67	Pode provocar sonolência e vertigens, por inalação de vapores.
R68	Possibilidade de efeitos irreversíveis.

(*) Alterada recentemente. Anteriormente tinha o significado da actual R68, que foi acrescentada a propósito desta alteração. Esta alteração deve ser tida em consideração nos rótulos ou fichas de segurança que não foram actualizados.

2005-1599_PT.indd 88 17-10-2006 16:16:01

COMBINAÇÃO DE FRASES R

R14/15	Reage violentamente com a água, libertando gases extremamente inflamáveis.
R15/29	Em contacto com a água, liberta gases tóxicos e extremamente inflamáveis.
R20/21	Nocivo por inalação e em contacto com a pele.
R20/22	Nocivo por inalação e ingestão.
R20/21/22	Nocivo por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R21/22	Nocivo em contacto com a pele e por ingestão.
R23/24	Tóxico por inalação e em contacto com a pele.
R23/25	Tóxico por inalação e ingestão.
R23/24/25	Tóxico por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R24/25	Tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
R26/27	Muito tóxico por inalação e em contacto com a pele.
R26/28	Muito tóxico por inalação e ingestão.
R26/27/28	Muito tóxico por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R27/28	Muito tóxico em contacto com a pele e por ingestão.
R36/37	Irritante para os olhos e vias respiratórias.
R36/38	Irritante para os olhos e pele.
R36/37/38	Irritante para os olhos, vias respiratórias e pele.
R37/38	Irritante para as vias respiratórias e pele.
R39/23	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação.
R39/24	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele.
R39/25	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão.
R39/23/24	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e em contacto com a pele.
R39/23/25	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão.
R39/24/25	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele e por ingestão.
R39/23//24/25	Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R39/26	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação.
R39/27	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele.
R39/28	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por ingestão.
R39/26/27	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e em contacto com a pele.
R39/26/28	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação e ingestão.
R39/27/28	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves em contacto com a pele e por ingestão.
R39/26/27/28	Muito tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R42/43	Pode causar sensibilização por inalação e em contacto com a pele.
R48/20	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.
R48/21	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele.
R48/22	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão.

2005-1599_PT.indd 89 17-10-2006 16:16:01

R48/20/21	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em contacto com a pele.
R48/20/22	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e ingestão.
R48/21/22	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele e por ingestão.
R48/20/21/22	Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R48/23	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação.
R48/24	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele.
R48/25	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por ingestão.
R48/23/24	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e em contacto com a pele.
R48/23/25	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e ingestão.
R48/24/25	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada em contacto com a pele e por ingestão.
R48/23/24/25	Tóxico: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.
R50/53	Muito tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
R51/53	Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
R52/53	Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.
R68/20 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação.
R68/21 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis em contacto com a pele.
R68/22 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por ingestão.
R68/20/21 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação e em contacto com a pele.
R68/20/22 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação e ingestão.
R68/21/22 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis em contacto com a pele e por ingestão.
R68/20/21/22 (*)	Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação, em contacto com a pele e por ingestão.

(*) Antes da alteração do texto para R40 e da inclusão da R68 em todas estas combinações de frases, a R40 ocupava o lugar da R68.

2005-1599_PT.indd 90 17-10-2006 16:16:02

FRASES S DE SEGURANÇA

S1	Guardar fechado à chave.
S2	Manter fora do alcance das crianças.
S3	Guardar em lugar fresco.
S4	Manter fora de qualquer zona de habitação.
S5	Conservar em... (líquido apropriado a especificar pelo fabricante).
S6	Conservar em... (gás inerte a especificar pelo fabricante).
S7	Manter o recipiente bem fechado.
S8	Manter o recipiente ao abrigo da humidade.
S9	Manter o recipiente num local bem ventilado.
S12	Não fechar o recipiente hermeticamente.
S13	Manter afastado de alimentos e bebidas incluindo os dos animais.
S14	Manter afastado de... (matérias incompatíveis a indicar pelo fabricante).
S15	Manter afastado do calor.
S16	Manter afastado de qualquer chama ou fonte de ignição. Não fumar.
S17	Manter afastado de matérias combustíveis.
S18	Manipular e abrir o recipiente com prudência.
S20	Não comer nem beber durante a utilização.
S21	Não fumar durante a utilização.
S22	Não respirar as poeiras.
S23	Não respirar os gases/vapores/fumos/aerossóis [termo(s) apropriado(s) a indicar pelo fabricante].
S24	Evitar o contacto com a pele.
S25	Evitar o contacto com os olhos.
S26	Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista.
S27	Retirar imediatamente todo o vestuário contaminado.
S28	Após contacto com a pele, lavar imediata e abundantemente com... (produtos adequados a indicar pelo fabricante).
S29	Não deitar os resíduos no esgoto.
S30	Nunca adicionar água a este produto.
S33	Evitar acumulação de cargas electrostáticas.
S35	Os resíduos deste produto e o seu recipiente devem ser eliminados tomando-se todas as precauções de segurança devidas.
S36	Usar vestuário de protecção adequado.
S37	Usar luvas adequadas.
S38	Em caso de ventilação insuficiente, usar equipamento respiratório adequado.
S39	Usar um equipamento protector para os olhos/face.
S40	Para limpeza do chão e objectos contaminados por este produto, utilizar... (a especificar pelo fabricante).
S41	Em caso de incêndio e/ou explosão, não respirar os fumos.

2005-1599_PT.indd 91 17-10-2006 16:16:02

S42	Durante as fumigações/pulverizações, usar equipamento respiratório adequado [termo(s) adequado(s) a indicar pelo fabricante].
S43	Em caso de incêndio, utilizar... (meios de extinção a especificar pelo fabricante. Se a água aumentar os riscos, acrescentar: «Nunca utilizar água»).
S45	Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível, mostrar-lhe o rótulo).
S46	Em caso de ingestão, consultar imediatamente o médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.
S47	Conservar a uma temperatura que não exceda...°C (a especificar pelo fabricante).
S48	Manter húmido com... (material adequado a especificar pelo fabricante).
S49	Conservar unicamente no recipiente de origem.
S50	Não misturar com... (a especificar pelo fabricante).
S51	Utilizar somente em locais bem ventilados.
S52	Não utilizar em grandes superfícies nos locais habitados.
S53	Evitar a exposição, obter instruções específicas antes da utilização.
S56	Eliminar este produto e o seu recipiente, enviando-os para local autorizado para a recolha de resíduos perigosos ou especiais.
S57	Utilizar um recipiente adequado para evitar a contaminação do ambiente.
S59	Solicitar ao fabricante/fornecedor informações relativas à sua recuperação/reciclagem.
S60	Este produto e o seu recipiente devem ser eliminados como resíduos perigosos.
S61	Evitar a libertação par o ambiente. Obter instruções específicas/fichas de segurança.
S62	Em caso de ingestão, não provocar o vómito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.
S63	Em caso de inalação acidental, remover a vítima da zona contaminada e mantê-la em repouso.
S64	Em caso de ingestão, lavar repetidamente a boca com água (apenas se a vítima estiver consciente)

2005-1599_PT.indd 92 17-10-2006 16:16:02

COMBINAÇÃO DE FRASES S

S1/2	Guardar fechado à chave e fora do alcance das crianças.
S3/7	Conservar em recipiente bem fechado em lugar fresco.
S3/9/14	Conservar em lugar fresco e bem ventilado ao abrigo de ... (matérias incompatíveis a indicar pelo fabricante).
S3/9/14/49	Conservar unicamente no recipiente de origem, em lugar fresco e bem ventilado e afastado de... (matérias incompatíveis a indicar pelo fabricante).
S3/9/49	Conservar unicamente no recipiente de origem, em lugar fresco e bem ventilado.
S3/14	Conservar em lugar fresco ao abrigo de... (matérias incompatíveis a indicar pelo fabricante).
S7/8	Manter o recipiente bem fechado e ao abrigo da humidade.
S7/9	Manter o recipiente bem fechado em local bem ventilado.
S7/47	Manter o recipiente bem fechado e conservar a uma temperatura que não exceda...°C (a especificar pelo fabricante).
S20/21	Não comer, beber ou fumar durante a utilização.
S24/25	Evitar o contacto com a pele e os olhos.
S27/28	Em caso de contacto com a pele, retirar imediatamente toda a roupa contaminada e lavar imediata e abundantemente com.... (produto adequado a indicar pelo fabricante).
S29/35	Não deitar os resíduos no esgoto; não eliminar o produto e o seu recipiente sem tomar as precauções de segurança devidas.
S29/56	Não deitar os resíduos no esgoto; eliminar este produto e o seu recipiente, enviando-os para local autorizado para a recolha de resíduos perigosos ou especiais.
S36/37	Usar vestuário de protecção e luvas adequados.
S36/37/39	Usar vestuário de protecção, luvas e equipamento protector para os olhos/face adequados.
S36/39	Usar vestuário de protecção e equipamento protector para os olhos/face adequados.
S37/39	Usar luvas e equipamento protector para os olhos/face adequados.
S47/49	Conservar unicamente no recipiente de origem a temperatura que não exceda...°C (a especificar pelo fabricante).

2005-1599_PT.indd 93 17-10-2006 16:16:03

2005-1599_PT.indd 94 17-10-2006 16:16:03

ANEXO 2
METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS PARA A AVALIAÇÃO DOS RISCOS

As metodologias simplificadas podem constituir uma boa ajuda (em especial para as pequenas e médias empresas) na realização da avaliação inicial dos riscos bem como para determinar se é necessário implementar medidas de controlo. Tal como se mostra no quadro 1.5 das presentes directrizes, o processo de avaliação dos riscos passa pela realização, na maioria dos casos, de uma avaliação pormenorizada, a menos que o risco detectado na primeira etapa seja reduzido. Assim, *a priori*, estas metodologias não representam uma alternativa a uma avaliação pormenorizada dos riscos mas efectuam um primeiro diagnóstico da situação. Algumas metodologias formulam recomendações sobre o tipo de medidas a implementar, em função do nível de risco e do tipo de operação ou processo em causa.

As variáveis geralmente analisadas pelas diferentes metodologias são as seguintes:

- perigosidade intrínseca dos agentes químicos;
- frequência/tempo de exposição;
- quantidade utilizada ou presente de agente químico;
- volatilidade ou pulverulência do agente químico;
- forma de utilização;
- tipo de controlo.

Atribuindo índices semiquantitativos a algumas destas variáveis (normalmente não se seleccionam todas, dado tratar-se de metodologias simplificadas) obtém-se uma categorização do risco.

Como exemplo, apresenta-se seguidamente:

1) Uma metodologia simplificada para a avaliação do risco derivado da exposição (por via inalatória ou cutânea) a agentes químicos.
2) Uma metodologia simplificada para a avaliação do risco de acidente devido à presença de agentes químicos.

1. METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA A AVALIAÇÃO DO RISCO DERIVADO DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS

Esta metodologia foi elaborada pela «Health & Safety Executive» para a avaliação do risco de exposição a agentes químicos perigosos e designa-se «COSHH Essentials».

Trata-se de uma metodologia para determinar a medida de controlo adequada à operação que se está a avaliar e não propriamente para determinar o nível de risco existente. Este é o seu principal ponto forte, uma vez que proporciona soluções de ordem prática sob a forma de numerosas «fichas de controlo».

Assumir-se-á a partir daqui que os níveis de controlo obtidos com este método correspondem a níveis de risco. Serão níveis de risco «potencial», dado que as medidas de controlo existentes não são levadas em linha de conta como variável de entrada do método. Depois de categorizar o risco em quatro níveis, referem-se algumas indicações gerais sobre o procedimento aconselhado em cada nível.

Reproduz-se seguidamente a parte relativa à categorização do risco em quatro grupos ([20]).

Este método baseia-se na consideração de três variáveis do processo:

a) a perigosidade intrínseca da substância;
b) a sua tendência para passar para o ambiente;
c) a quantidade de substância utilizada em cada operação.

([20]) A metodologia completa (COSHH Essentials. Health and Safety Executive, 2003) pode ser consultada em http://www.coshh-essentials.org.uk.

2005-1599_PT.indd 95 17-10-2006 16:16:03

a) A *perigosidade intrínseca das substâncias*, conforme indicado no quadro A2.1, é classificada em cinco categorias, A, B, C, D e E, em função das frases R que devem figurar no rótulo do produto e na respectiva ficha de segurança.

Além disso, algumas substâncias podem apresentar riscos quando em contacto com a pele ou com as mucosas externas; são as substâncias às quais foram atribuídas as frases R contidas no quadro A2.2. Sempre que esses riscos se manifestam imediatamente após o contacto (frase R34 «Provoca queimaduras», por exemplo), a avaliação do risco associado a este efeito será efectuada conforme indicado na secção B do presente anexo.

Quadro A2.1 Perigosidade intrínseca por inalação das substâncias químicas (*)

A	B	C	D	E
R36 R36/38 R38	R20 R20/21 R20/21/22 R20/22	R23 R23/24 R23/24/25 R23/25	R26 R26/27 R26/27/28 R26/28	Mutagénico categoria 3, R40
R65 R67	R21 R21/22	R24 R24/25	R27 R27/28	R42 R42/43
Todas as substâncias às quais não tenham sido atribuídas as frases R dos grupos B a E	R22	R25	R28	R45
		R34	Cancerígeno categoria 3, R40	R46
		R35	R48/23 R48/23/24 R48/23/24/25 R48/23/25 R48/24 R48/24/25 R48/25	R49
		R36/37 R36/37/38	R60 R61 R62 R63	Mutagénico categoria 3, R68
		R37 R37/38		
		R41		
		R43		
		R48/20 R48/20/21 R48/20/21/22 R48/20/22 R48/21 R48/21/22 R48/22		

(*) O nível de perigosidade aumenta de A até E.

2005-1599_PT.indd 96 17-10-2006 16:16:03

Quadro A2.2 Grupo de risco cutâneo (S). Substâncias perigosas em contacto com a pele ou com os olhos

R21	R27	R38	R48/24
R20/21	R27/28	R37/38	R48/23/24
R20/21/22	R26/27/28	R41	R48/23/24/25
R21/22	R26/27	R43	R48/24/25
R24	R34	R42/43	R66
R23/24	R35	R48/21	
R23/24/25	R36	R48/20/21	
R24/25	R36/37	R48/20/21/22	
	R36/38	R48/21/22	
	R36/37/38		

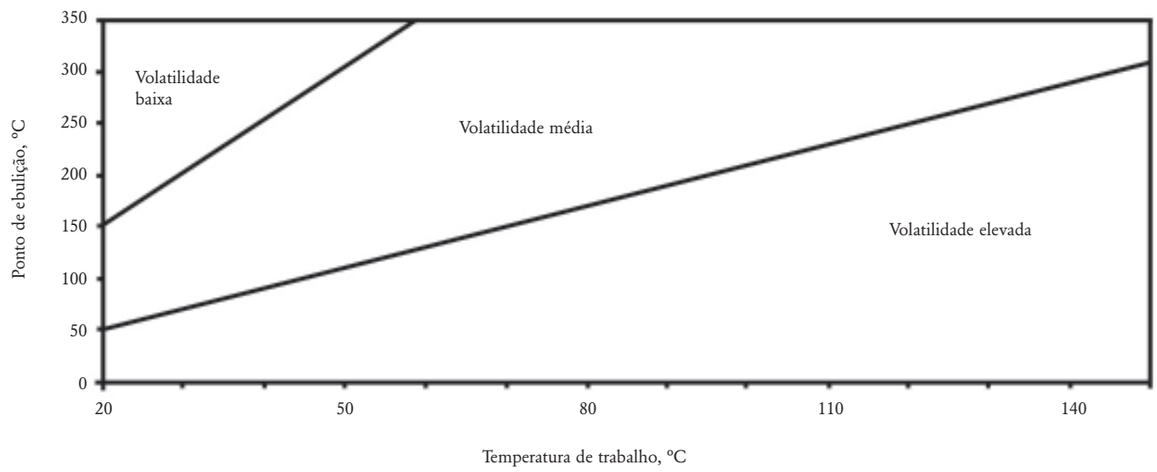


Figura A2.1 Níveis de volatilidade dos líquidos

Sempre que, em vez (ou além) da situação anterior, o AQP apresenta riscos por contacto com a pele a longo prazo (por exemplo, frase R48 «Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada»), deverá recorrer-se directamente à adopção de medidas preventivas tendentes a impedir o contacto do AQP com a pele ou as mucosas, uma vez que nesse caso não se dispõe, neste momento, de sistemas de avaliação simples ([21]).

b) A *tendência para passar para o ambiente* classifica-se como alta, média e baixa e mede-se, no caso dos líquidos, pela sua volatilidade e pela temperatura de trabalho (figura A2.1), que definem a capacidade de evaporação do agente, e, no caso dos sólidos, pela sua tendência para formar poeiras (quadro A2.3).

c) A *quantidade de substância* utilizada classifica-se como pequena, média ou grande, conforme indicado no quadro A2.4.

Com estas três informações, o quadro A2.5 indica o nível de risco previsível em função da categoria de perigosidade, da tendência para passar para o ambiente e da quantidade de substância utilizada. Foram considerados quatro níveis, com a correspondente estratégia de prevenção que se descreve em seguida e que, em todo caso, deve incluir a aplicação dos prin-

([21]) O projecto europeu «Riskofderm» está a desenvolver uma ferramenta para a avaliação e a gestão do risco por exposição cutânea. Podem obter-se mais informações em *Ann. occup. Hyg.*, Vol. 47, No. 8, pp. 629-640, 2003 e em: http://www.iras.uu.nl/research/projects_exp_assess_occ_hyg/ex02.php.

2005-1599_PT.indd 97 17-10-2006 16:16:04

Quadro A2.3 Tendência dos sólidos para formar poeiras (*)

Baixa	Média	Alta
Substâncias em forma de granulado (*pellets*) que não têm tendência para se desfazerem. Não se observa a produção de poeiras durante a sua utilização. Exemplos: granulado de PVC, ceras em escamas, grãos, etc.	Sólidos granulares ou cristalinos. Quando utilizados, observa-se produção de poeiras que se depositam rapidamente e são visíveis nas superfícies adjacentes. Exemplo: pó de detergente.	Pós: finos e de baixa densidade. Quando utilizados, observa-se a produção de nuvens de pó que permanecem no ar durante vários minutos. Exemplos: cimento, negro-de-fumo, giz, etc.

Quadro A2.4 Quantidade de substância utilizada (em ordem de grandeza)

Quantidade de substância	Quantidade utilizada por operação
Pequena	Gramas ou mililitros
Média	Quilogramas ou litros
Grande	Toneladas ou metros cúbicos

cípios gerais de prevenção (artigo 5.º da directiva) que são tratados mais adiante neste Guia.

Após a determinação do nível de risco, o método proporciona soluções técnicas diferentes em função da operação que se está a avaliar. Estas fichas de controlo não são aqui reproduzidas mas, no capítulo 3 da parte I (medidas específicas de prevenção e protecção) algumas destas soluções são apresentadas no verso de cada ficha.

As medidas a adoptar após a categorização do risco podem ser resumidas do seguinte modo:

Nível de risco 1

De um modo geral, nestas situações, o risco para a segurança e a saúde dos trabalhadores poderá considerar-se *baixo* na acepção do artigo 5.º, n.º 4, da Directiva 98/24/CE. Se, *além disso,* a aplicação dos princípios gerais de prevenção (capítulo 2 da parte I das presentes directrizes práticas) for suficiente para reduzir esse risco, o artigo 5.º, n.º 4, da Directiva estabelece que não será necessário aplicar o disposto nos artigos 6.º, 7.º e 10.º

Consequentemente, estas situações não requerem geralmente a comprovação da eficácia das medidas preventivas mediante a realização de medições ambientais, a não ser que esta seja exigida por alguma disposição nacional.

Normalmente, é possível controlar estas situações através de um sistema de ventilação geral.

Nível de risco 2

Neste tipo de situações, será necessário recorrer a medidas de prevenção específicas para controlar o risco. O tipo de instalação específica mais utilizado é a extracção localizada, que geralmente deve ser concebida e construída por fornecedores especializados.

Ao seleccionar o fornecedor, há que ter em conta a sua experiência comprovada neste tipo de instalações e especificar com clareza que o objectivo da instalação é conseguir que a concentração de substâncias químicas no local de trabalho se encontre o mais abaixo possível do valor-limite.

Nível de risco 3

Nas situações deste tipo será necessário recorrer à utilização do confinamento ou de sistemas fechados que impeçam totalmente que a substância química passe para a atmosfera durante as operações ordinárias. Sempre que possível, o processo deverá manter-se a uma pressão inferior à atmosférica a fim de dificultar a fuga das substâncias.

Nos níveis de risco 2 e 3, após a implementação de medidas de controlo, deve efectuar-se uma avaliação quantitativa pormenorizada da exposição, em confor-

(*) Em caso de dúvida, escolher a categoria superior.

2005-1599_PT.indd 98 17-10-2006 16:16:04

Quadro A2.5 Determinação do nível de risco (*)

Grau de perigosidade A				
	Volatilidade / Pulverulência			
Quantidade usada	*Volatilidade ou pulverulência reduzidas*	*Volatilidade média*	*Pulverulência média*	*Volatilidade ou pulverulência elevadas*
Pequena	**1**	**1**	**1**	**1**
Média	**1**	**1**	**1**	**2**
Grande	**1**	**1**	**2**	**2**
Grau de perigosidade B				
	Volatilidade/Produção de poeiras			
Pequena	**1**	**1**	**1**	**1**
Média	**1**	**2**	**2**	**2**
Grande	**1**	**2**	**3**	**3**
Grau de perigosidade C				
	Volatilidade/Produção de poeiras			
Pequena	**1**	**2**	**1**	**2**
Média	**2**	**3**	**3**	**3**
Grande	**2**	**4**	**4**	**4**
Grau de perigosidade D				
	Volatilidade/Produção de poeiras			
Pequena	**2**	**3**	**2**	**3**
Média	**3**	**4**	**4**	**4**
Grande	**3**	**4**	**4**	**4**
Grau de perigosidade E				
Em todas as situações em que sejam utilizadas substâncias com este grau de perigosidade, considera-se que o nível de risco é 4.				

midade com o disposto no anexo 4 (estratégia de amostragem) e no anexo 5 (amostragem e análise). Todavia, se existirem sinais de qua a exposição é claramente inferior aos valores-limite de exposição profissional, a confirmação deste facto pode realizar-se através de procedimentos de avaliação menos exigentes do que os mencionados no anexo 4.

O resultado da avaliação quantitativa revelará a eventual necessidade de medidas de controlo adicionais ou mesmo de um programa de medições periódicas da exposição (ver anexo 4). Em qualquer caso, os parâmetros associados ao correcto funcionamento das instalações serão periodicamente alvo de verificação a fim de assegurar a sua eficácia permanente.

(*) Os níveis de risco obtidos através deste método são 1, 2, 3, ou 4.

2005-1599_PT.indd 99 17-10-2006 16:16:04

Nível de risco 4

Trata-se de situações em que se utilizam ou substâncias extremamente tóxicas ou substâncias de toxicidade moderada em grandes quantidades, que podem ser facilmente libertadas para a atmosfera. Se se utilizarem substâncias reguladas pela Directiva 90/394/CEE do Conselho, de 28 de Junho de 1990, relativa à protecção dos trabalhadores contra riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos durante o trabalho (sexta directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE), será ainda necessário respeitar as disposições desta e as correspondentes disposições nacionais de transposição. Esta Directiva foi alterada pela Directiva 97/42/CE e pela Directiva 1999/38/ /CE, que torna extensiva a sua aplicação aos agentes mutagénicos.

Nestes casos, é imprescindível adoptar medidas especificamente concebidas para o processo em questão, recorrendo ao aconselhamento de um especialista. Este nível de risco requer a avaliação quantitativa da exposição, de acordo com os procedimentos estabelecidos nos anexos 4 e 5 destas directrizes práticas, assim como o aumento da frequência da verificação periódica da eficácia dos sistemas de controlo.

2. METODOLOGIA SIMPLIFICADA PARA A AVALIAÇÃO DO RISCO DE ACIDENTE, INCÊNDIO E EXPLOSÃO DEVIDO À PRESENÇA DE AGENTES QUÍMICOS PERIGOSOS

A metodologia de avaliação do risco de acidente químico exposta a seguir é uma proposta destinada a facilitar às empresas que trabalham com AQP, quer pertençam à indústria química quer não, e em especial às pequenas e médias empresas, a tarefa de identificar os perigos e avaliar os riscos associados à utilização desses produtos a fim de poderem efectuar um planeamento correcto e objectivo da prevenção a partir dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia.

Esta metodologia, que se aplica especificamente ao risco associado ao armazenamento e à utilização de agentes químicos perigosos, centra-se no dano esperado e não no dano máximo e integra e desenvolve a experiência de aplicação de metodologias simplificadas que se baseiam na estimativa da probabilidade de concretização da situação de perigo que se está a analisar, a frequência de exposição à mesma e as consequências normalmente esperadas na eventualidade da sua ocorrência. Estes parâmetros estão incluídos no método de W. T. Fine bem como em diferentes metodologias elaboradas pelo INSHT, e os critérios são também contemplados por algumas normas harmonizadas elaboradas pelo CEN, nomeadamente EN-1050 e EN-1127-1.

A metodologia proposta permitirá quantificar a grandeza dos riscos existentes e, consequentemente, hierarquizar racionalmente a prioridade da sua correcção. Para esse efeito, parte-se da identificação das deficiências existentes nas instalações, equipamentos, processos, tarefas, etc., onde se utilizam agentes químicos perigosos (AQP). Tais deficiências ou incumprimentos são relacionadas com as frases R atribuídas aos diferentes AQP em presença, obtendo deste modo o nível de perigosidade objectiva (NPO) da situação. Seguidamente, estabelece-se o nível de exposição ao nível de perigosidade identificado e, tendo em conta a dimensão esperada das suas consequências (as consequências normalmente esperadas terão de ser previamente estabelecidas pela pessoa que aplica a metodologia) avalia-se o risco, obtendo o nível de risco estimado para a situação avaliada.

Este método avalia, portanto, o nível de risco enquanto produto de três variáveis:

$$NR = NPO \times NE \times NC$$

Sendo NR: nível de risco
NPO: nível de perigosidade objectiva
NE: nível de exposição
NC: nível de consequências

A informação proporcionada por este método é orientadora e tem por objectivo permitir que a entidade patronal possa estabelecer mais facilmente as prioridades das suas medidas preventivas mediante critérios objectivos, ajudando-a assim na sua planificação preventiva. Segue-se uma descrição do processo de estimativa das variáveis citadas.

2.1. Nível de perigosidade objectiva

Chamamos nível de perigosidade objectiva (NPO) à grandeza da vinculação esperável entre o conjunto de factores de risco considerados e a sua relação causal directa com o possível acidente. Os valores numéricos utilizados nesta metodologia e o significado dos mesmos constam do quadro A2.6.

2005-1599_PT.indd 100 17-10-2006 16:16:05

Para a avaliação do NPO, propõe-se a utilização de um questionário (quadro A2.7), complementado com o quadro A2.8. A cada pergunta do questionário é atribuída, em função da resposta, uma qualificação que em alguns casos é independente do AQP em causa (e é indicada no próprio questionário) mas que, de um modo geral, depende das frases R atribuídas ao AQP.

Assim, por exemplo, uma resposta negativa à pergunta 5 conduzirá a uma qualificação de «melhorável» se tiver sido atribuída ao AQP a frase R21, ou a uma qualificação de «muito deficiente» se lhe tiver sido atribuída alguma das frases R1 a R6.

O questionário está concebido de modo a permitir a verificação do grau de adequação relativamente a uma série de questões consideradas básicas para o estabelecimento do nível de deficiência nas instalações, equipamentos, processos, tarefas, etc., com AQP. Importa, obviamente, especificar o seu conteúdo, substituindo ou complementando as perguntas com outras que se ajustem às exigências legais ou regulamentares de cada país ou à situação ou necessidades da empresa que o aplica.

Também se poderiam separar do questionário aquelas perguntas que visam a identificação das deficiências cujo incumprimento pode provocar um incêndio ou explosão (controlo deficiente ou insuficiente do combustível e dos focos de ignição). Os dados obtidos a partir destas perguntas determinam a probabilidade inicial que, avaliada conjuntamente com o grau de cumprimento das medidas de protecção contra incêndios, próprias de cada país, proporciona informação sobre o nível de risco de incêndio. Actuando deste modo, a avaliação do risco de incêndio ou explosão é mais precisa e aprofundada.

Assim, *para cada pergunta obtém-se uma qualificação* que pode ser «muito deficiente», «deficiente» ou «melhorável» (se a pergunta for pertinente) consoante os factores de risco em presença e a perigosidade intrínseca do AQP conhecida pelas suas frases de risco R. Não se qualifica a pergunta n.º 1 porque, ao ser formulada como uma pergunta «chave», uma resposta negativa

Quadro A2.6 Determinação do nível de perigosidade objectiva

PERIGOSIDADE OBJECTIVA	NPO	SIGNIFICADO
Aceitável	–	Não foram detectadas anomalias assinaláveis. O risco está controlado. Devem ser tomadas as medidas previstas para o nível de risco 1 do quadro A2.12.
Melhorável	2	Foram detectados factores de risco de menor importância. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco pode ser melhorado.
Deficiente	6	Foram detectados factores de risco que carecem de correcção. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco não garante um controlo suficiente do mesmo.
Muito deficiente	10	Foram detectados factores de risco significativos. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco é ineficaz.

2005-1599_PT.indd 101 17-10-2006 16:16:05

significa que na empresa não existem AQP e que, portanto, não faz sentido continuar a responder ao questionário.

Em função do conjunto de todas as respostas obtém-se uma *qualificação global do nível de deficiência*, que pode ser «muito deficiente», «deficiente», «melhorável» ou «aceitável» segundo os critérios a seguir indicados:

a) a qualificação global será «muito deficiente» se alguma das perguntas for qualificada como «muito deficiente» ou se mais do 50% das perguntas aplicáveis receberem a qualificação de «deficiente»;

b) a qualificação global será «deficiente» se, não sendo muito deficiente, alguma das perguntas for qualificada como «deficiente» ou se mais do 50% das perguntas aplicáveis receberem a qualificação de «melhorável»;

c) a qualificação global será «melhorável» se, não sendo «muito deficiente» nem «deficiente», alguma das perguntas for qualificada como «melhorável»;

d) a qualificação global será «aceitável» nos restantes casos.

2005-1599_PT.indd 102 17-10-2006 16:16:05

2005-1599_PT.indd 103

Quadro A2.7 Questionário de controlo para identificação de factores de risco de acidente por AQP (*)

	SIM	NÃO	NAplic	Resposta negativa implica	Qualificação
1. São armazenados, utilizados, produzidos…, agentes químicos perigosos (AQP), sejam eles matérias-primas, produtos intermédios, subprodutos, produtos acabados, resíduos, produtos de limpeza, etc.				Não se deve preencher o questionário	
Sobre a identificação de agentes químicos					
2. Os AQP presentes durante o trabalho, seja com carácter regular, seja com carácter ocasional, estão identificados e inventariados.					Muito deficiente
3. As embalagens originais dos AQP estão devidamente rotuladas.					Muito deficiente
4. A sinalização anterior é mantida sempre que o AQP é trasfegado para outras embalagens ou recipientes.					Muito deficiente
5. Nas tubagens percorridas por AQP foram colados, afixados ou pintados rótulos de identificação do produto e o sentido de circulação dos fluidos.				Passar ao quadro A2.8	
6. Foram colocados rótulos ao longo das tubagens em número suficiente e em zonas de especial risco (válvulas, ligações, etc.).					Melhorável
7. Existe uma ficha de segurança (FS) para todos os AQP que estão ou podem estar presentes durante o trabalho e, quando não existe, dispõe-se de informação suficiente e adequada sobre os AQP em questão (resíduos, produtos intermédios…).				Passar ao quadro A2.8	
Sobre a armazenagem / embalagem de agentes químicos					
8. Os AQP são armazenados em locais especiais, agrupados em função do risco e suficientemente afastados (pela distância ou por meio de divisória) dos incompatíveis ou susceptíveis de induzir reacções perigosas.				Passar ao quadro A2.8	
9. A área de armazenagem está correctamente ventilada, seja por meio de tiragem natural ou forçada.					Deficiente
10. Nas áreas de armazenagem, utilização e/ou produção, quando a quantidade e/ou a perigosidade do produto o exijam, está garantida a recolha e condução para uma zona ou recipiente seguro das fugas ou derrames de AQP em estado líquido.					Deficiente

17-10-2006 16:16:05

2005-1599_PT.indd 104

	SIM	NÃO	NAplic	Resposta negativa implica	Qualificação
11. É proibida a presença ou uso de focos de ignição «sem controlo» no armazém de AQP inflamáveis e essa proibição é exaustivamente verificada e garantida.				Passar ao quadro A2.8	
12. As embalagens e recipientes que contêm AQP oferecem suficiente resistência física ou química e não apresentam mossas, cortes ou deformações.				Passar ao quadro A2.8	
13. As embalagens que contêm AQP são totalmente seguras (fecho automático, fecho de segurança com bloqueio, invólucro duplo, revestimento amortecedor de choques, etc.).				Passar ao quadro A2.8	
14. O transporte de embalagens, tanto manual como mecânico, é efectuado por meio de equipamentos e/ou instrumentos que garantem a sua estabilidade e correcta imobilização.				Passar ao quadro A2.8	
Sobre a utilização/processamento de agentes químicos					
15. No local de trabalho permanece apenas a quantidade de AQP estritamente necessária para o trabalho imediato (nunca quantidades superiores às necessárias para o turno ou dia de trabalho).					Melhorável
16. Os AQP existentes no local de trabalho para serem utilizados no turno ou dia de trabalho e não utilizados nesse momento encontram-se depositados em recipientes adequados, armários protegidos ou recintos especiais.					Melhorável
17. Evita-se a trasfega de AQP por descarga livre.				Passar ao quadro A2.8	
18. É rigorosamente controlada a formação e/ou acumulação de cargas electrostáticas na trasfega de líquidos inflamáveis.				Passar ao quadro A2.8	
19. A instalação eléctrica nas zonas com risco de atmosferas inflamáveis é anti-explosiva, e estão controlados todos os tipos de focos de ignição (**).				Passar ao quadro A2.8	
20. A instalação eléctrica de equipamentos, instrumentos, salas e armazéns de produtos corrosivos é adequada.				Passar ao quadro A2.8	
21. As características dos materiais, equipamentos e ferramentas são adequadas à natureza dos AQP utilizados.				Passar ao quadro A2.8	
22. Procede-se à verificação da ausência de fugas e, em geral, do correcto estado das instalações e/ou equipamentos, antes de estes serem utilizados.				Passar ao quadro A2.8	

17-10-2006 16:16:06

2005-1599_PT.indd 105

	SIM	NÃO	NAplic	Resposta negativa implica	Qualificação
23. Nos equipamentos ou processos que o exijam, existem sistemas de detecção de condições de insegurança (nível do LII num túnel de secagem, temperatura/pressão de um reactor, nível de enchimento de um depósito…) associados a um sistema de alarme.				Passar ao quadro A2.8	
24. Os sistemas de detecção existentes, em situações críticas, actuam sobre a paragem do processo.					Deficiente
25. Os ventiladores e saídas dos dispositivos de segurança para produtos inflamáveis/ /explosivos estão canalizados para um lugar seguro e, quando necessário, são dotados de queimadores.				Passar ao quadro A2.8	
26. Existem dispositivos para o tratamento, absorção, destruição e/ou confinamento seguro dos efluentes dos dispositivos de segurança e dos ventiladores.				Passar ao quadro A2.8	
27. As operações com AQP susceptíveis de provocar libertação de gases, vapores, poeiras, etc., são efectuadas em processos fechados ou, na sua falta, em áreas bem ventiladas ou em instalações dotadas de aspiração localizada.				Passar ao quadro A2.8	
28. Com carácter generalizado, foram implementadas as medidas de protecção colectiva necessárias para isolar os AQP e/ou limitar a exposição e/ou contacto dos trabalhadores com os mesmos.				Passar ao quadro A2.8	
Sobre a organização da prevenção no uso de agentes químicos					
29. É exigida uma autorização de trabalho para a realização de operações de risco em recipientes, equipamentos ou instalações que contêm ou contiveram AQP.				Passar ao quadro A2.8	
30. É assegurado o controlo do acesso de pessoas estranhas ao serviço ou de pessoas não autorizado a zonas de armazenagem, carga/descarga ou processamento de AQP.				Passar ao quadro A2.8	
31. Os trabalhadores foram devidamente informados sobre os riscos associados aos AQP e receberam formação adequada sobre as medidas de prevenção e protecção que é necessário adoptar.				Passar ao quadro A2.8	
32. Os trabalhadores têm acesso à FS facultada pelo fornecedor.					Melhorável
33. Existem procedimentos escritos e manuais de operações para a realização de tarefas com AQP.				Passar ao quadro A2.8	
34. Existe um programa de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos ou instalações de cujo correcto funcionamento depende a segurança do processo.					Deficiente

17-10-2006 16:16:06

	SIM	NÃO	NAplic	Resposta negativa implica	Qualificação
35. Está assegurada a limpeza de postos e locais de trabalho (foi implementado um programa cuja aplicação está sujeita a controlo).					Melhorável
36. Existem meios específicos para a neutralização e limpeza de derrames e/ou para o controlo de fugas e existem instruções de actuação.					Deficiente
37. Existe um programa de gestão de resíduos cuja aplicação está sujeita a controlo.					Deficiente
38. Foram implementadas normas correctas de higiene pessoal (lavagem das mãos, mudança de roupa, proibição de comer, beber ou fumar no local de trabalho, etc.) cuja aplicação está sujeita a controlo.					Melhorável
39. Existe um plano de emergência para intervir em situações críticas que envolvam AQP (fugas, derrames, incêndio, explosão, etc.).					Muito deficiente
40. Com carácter generalizado, foram implementadas as medidas organizacionais necessárias para isolar os AQP e/ou limitar a exposição e/ou contacto dos trabalhadores com os mesmos.				Passar ao quadro A2.8	
Sobre o uso de EPI e instalações de socorro					
41. Existem os equipamentos de protecção individual (EPI) necessários nas diferentes tarefas com risco de exposição ou contacto com AQP, e é feito o controlo do uso eficaz dos mesmos				Passar ao quadro A2.8	
42. Existem chuveiros descontaminadores e fontes para lavagem dos olhos perto dos lugares onde é provável a projecção de AQP.				Passar ao quadro A2.8	
43. De um modo geral, é feita uma correcta gestão dos EPI e da roupa de trabalho.					Deficiente
44. Constatam-se outras deficiências ou carências no que se refere às protecções colectivas, medidas organizacionais e uso de EPI: Referir quais são e fazer uma valoração das mesmas.					

(*) Questionário aberto proposto como orientação; em caso algum deverá ser considerado exaustivo e fechado.

(**) Para determinar se existe um risco de atmosfera explosiva, será necessário classificar previamente a zona de trabalho em função da presença de substâncias inflamáveis e, se for caso disso, fazer essa verificação com um explosímetro.

2005-1599_PT.indd 106 17-10-2006 16:16:06

Quadro A2.8 Critérios de valoração

Pergunta n.º	MUITO DEFICIENTE	DEFICIENTE	MELHORÁVEL
5,7	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R37, R41, R44	R10, R21, R22, R36, R38
8			
11	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R11, R18, R30, R44	R10
12,13,14	R1 a R6, R7,R12, R17,R19,R27,R35,R39	R9, R11, R24, R34, R37, R41	R10, R21, R36, R38
17	R7, R12, R17, R27, R35, R39	R11, R18, R24, R30, R34, R37, R41	R10, R21, R36
18	R7, 12	R11, R18, R30	R10
19	R1 a R6, R12, R15	R8, R11, R18, R30	
20	R35	R34	
21,22,23	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R35, R39	R8, R9, R11, R18, R24, R30, R34, R37, R41, R44	R10, R21, R36, R38
24		R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R35, R39	R8, R9, R10, R11, R18, R21, R24, R30, R34, R36, R37, R38, R41, R44
25	R2, R3, R5, R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19	R8, R9, R11, R18, R30, R44	R10
26	R27, R35, R39	R24, R34, R37, R41	R21, R36, R38
27	R7, R12, R27, R35, R39	R11, R18, R24, R30, R34, R37, R41	R10, R21, R36
28	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R37, R41, R44	R10, R21, R22, R36, R38
29			R10
30, 31	R1 a R6, R7, R12, R14, R15, R16, R17, R19, R27, R28, R35, R39	R8, R9, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R37, R41, R44	R10, R21, R22, R36, R38
33			R10
40	R8, R9, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R37, R41, R44	R8, R9, R11, R18, R24, R25, R30, R34, R37, R41, R44	R10, R21, R22, R36, R38
41, 42	R27, R35, R39	R24, R34, R39, R41	R21, R36

2005-1599_PT.indd 107 17-10-2006 16:16:07

2 Nível de exposição

O nível de exposição (NE) é um indicador da frequência da exposição ao risco. O nível de exposição pode ser estimado com base nos tempos de permanência em áreas e/ou tarefas onde tenha sido identificado o risco. No quadro A2.9 apresenta-se o seu significado.

Quadro A2.9 Determinação do nível de exposição

NE	SIGNIFICADO
1	Ocasionalmente
2	De vez em quando durante a jornada de trabalho e durante períodos de tempo curtos
3	Várias vezes ao dia durante períodos de tempo curtos
4	Permanentemente. Várias vezes ao dia durante longos períodos de tempo

Os valores atribuídos, como se pode observar no quadro A2.6, são inferiores aos atribuídos para o nível de perigosidade objectiva, uma vez que, quando a situação de risco está controlada, um elevado nível de exposição não deve ocasionar o mesmo nível de risco que uma deficiência elevada com um nível de exposição reduzido.

3 Nível de consequências

Serão consideradas as consequências normalmente esperadas em caso de concretização do risco. São estabelecidos quatro níveis de consequências (NC), que classificam os danos pessoais previsivelmente esperados se o risco se concretizar.

Como se pode observar no quadro A2.10, o valor numérico atribuído às consequências é muito superior aos atribuídos à perigosidade objectiva e à exposição, uma vez que a ponderação das consequências deve ter sempre um maior peso na valoração do risco.

Quadro A2.10 Determinação do nível de consequências

NC	SIGNIFICADO
10	Pequenas lesões
25	Lesões normalmente reversíveis
60	Lesões graves que podem ser irreversíveis
100	Um ou vários mortos

4 Nível de consequências

Todos os passos seguidos até aqui conduzem à determinação do nível de risco, que se obtém multiplicando o nível de perigosidade objectiva pelo nível de exposição e pelo nível de consequências (quadro A2.11).

No quadro A2.12, indica-se em pormenor o significado dos quatro níveis de risco obtidos.

Quadro A2.11 Determinação do nível de risco

		(NPO x NE)			
		2 – 4	**6 – 8**	**10 – 20**	**24 – 40**
(NC)	**10**	20 – 40	60 – 80	100 – 200	240 – 400
	25	50 – 100	150 – 200	250 – 500	600 – 1000
	60	120 – 240	360 – 480	600 – 1200	1440 – 2400
	100	200 – 400	600 – 800	1000 – 2000	2400 – 4000

2005-1599_PT.indd 108 17-10-2006 16:16:07

Quadro A2.12 Significado dos diferentes níveis de risco

NÍVEL DE RISCO	NR	SIGNIFICADO
1	40 – 20	Melhorar o que for possível. São exigidas verificações periódicas a fim de assegurar que se mantém a eficácia das medidas actuais
2	120 – 50	Estabelecer medidas para a redução do risco e pô-las em prática num período determinado
3	500 – 150	Corrigir e adoptar medidas de controlo a curto prazo
4	4000 – 600	Situação que carece de correcção urgente

2005-1599_PT.indd 109 17-10-2006 16:16:07

2005-1599_PT.indd 110 17-10-2006 16:16:07

ANEXO 3
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE PREVENÇÃO E DAS MEDIDAS ESPECÍFICAS EM DOIS PROCESSOS INDUSTRIAIS

A. APLICAÇÃO A UMA OPERAÇÃO DE SOLDADURA DE PLACAS DE FERRO ATRAVÉS DE SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO COM ELÉCTRODO REVESTIDO A RUTILO

Esta operação gera fumos de óxidos de metais, componentes do eléctrodo, como o óxido de titânio, e do metal de base, como o óxido de ferro. São designados *fumos de soldadura* e a sua inalação pode dar lugar a irritações do tracto respiratório e a efeitos de tipo pneumoconiótico. Além disso, formam-se gases como o monóxido e dióxido de carbono (asfixiantes), dióxido de azoto e ozono (irritantes do tecido pulmonar). Este último é gerado por acção da radiação ultravioleta, emitida no arco eléctrico, sobre os átomos de oxigénio do ar.

A geração de fumos e gases será maior quanto maior for a densidade da corrente eléctrica empregada na soldadura. Além disso, se as peças a soldar contiverem restos de óleo ou desengordurante, poderão gerar-se outros agentes químicos, como a acroleína e o fosgénio, também eles irritantes do tecido pulmonar.

No quadro A3.1, mostram-se as acções preventivas a tomar em aplicação dos princípios gerais e as medidas específicas adequadas a uma operação como a descrita.

B. APLICAÇÃO A UMA OPERAÇÃO DE PINTURA DE PEÇAS POR PROJECÇÃO AEROGRÁFICA E SECAGEM DO SOLVENTE

A pintura por projecção aerográfica consiste na utilização de ar comprimido para impulsionar a tinta pulverizada sobre a peça a pintar. A direcção da tinta é assegurada por meio de um utensílio manual denominado *pistola*. Daí também a designação de pintura a pistola. A tinta seca ao fim de algum tempo, graças à evaporação do solvente, que é formado por substâncias muito voláteis. A evaporação do solvente dá lugar à formação de vapores, como o tolueno, um dos mais utilizados. Esses vapores são geralmente tóxicos para o sistema nervoso central, irritantes do tracto respiratório e tóxicos hepáticos.

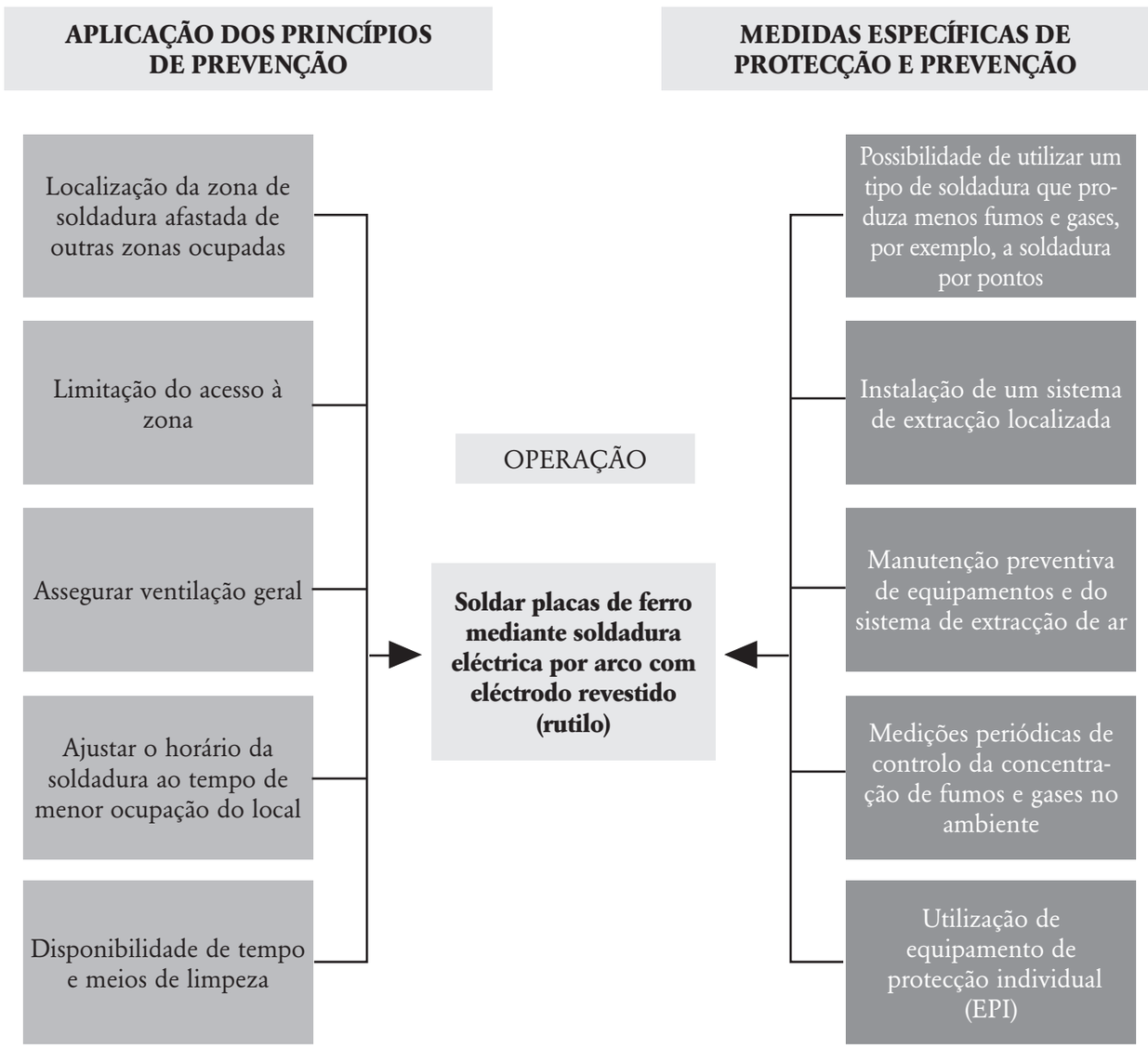
Por outro lado, os pigmentos e outros componentes da tinta (resinas) são projectados a grande velocidade sobre a peça e a inércia provoca o ricochete de muitas partículas que assim voltam à zona de respiração do pintor. Muitas das vezes, os pigmentos, que dão cor à pintura, são as substâncias de maior toxicidade, como é o caso dos óxidos de crómio ou chumbo.

A projecção de tinta produz aerossóis e vapores consoante a pressão que é aplicada à pistola. A temperatura ambiente intervém na velocidade de evaporação do solvente.

No quadro A3.2, mostram-se as acções preventivas a tomar em aplicação dos princípios gerais e as medidas específicas adequadas a uma operação como a descrita.

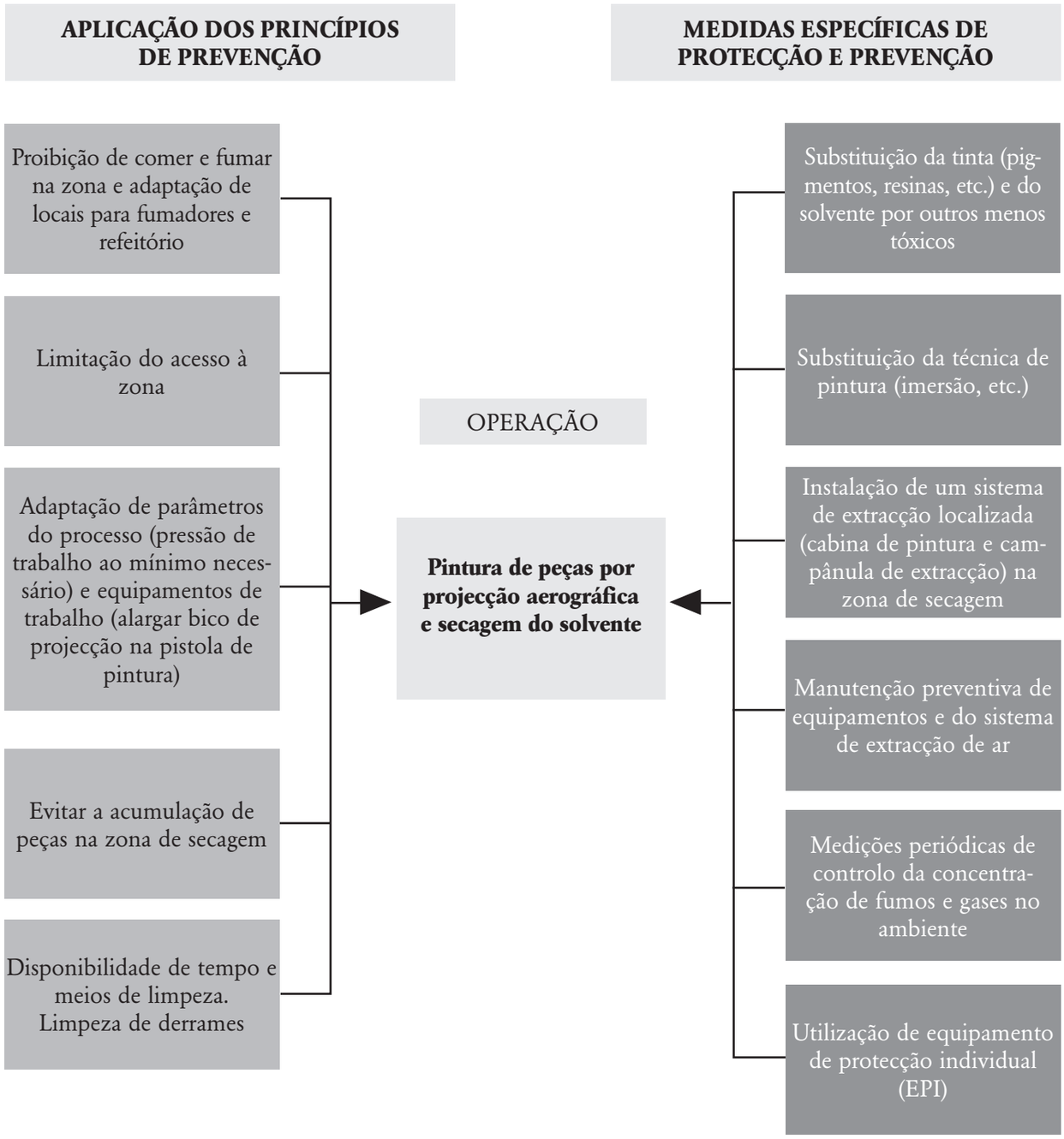
2005-1599_PT.indd 111 17-10-2006 16:16:08

Quadro A3.1 Princípios gerais de prevenção e medidas específicas de prevenção. Exemplo de aplicação a uma operação de soldadura Schweißvorgangs


APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE PREVENÇÃO
MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PROTECÇÃO E PREVENÇÃO
Localização da zona de soldadura afastada de outras zonas ocupadas
Limitação do acesso à zona
Assegurar ventilação geral
Ajustar o horário da soldadura ao tempo de menor ocupação do local
Disponibilidade de tempo e meios de limpeza
OPERAÇÃO
Soldar placas de ferro mediante soldadura eléctrica por arco com eléctrodo revestido (rutilo)
Possibilidade de utilizar um tipo de soldadura que produza menos fumos e gases, por exemplo, a soldadura por pontos
Instalação de um sistema de extracção localizada
Manutenção preventiva de equipamentos e do sistema de extracção de ar
Medições periódicas de controlo da concentração de fumos e gases no ambiente
Utilização de equipamento de protecção individual (EPI)

2005-1599_PT.indd 112 17-10-2006 16:16:08

Quadro A3.2 Princípios gerais de prevenção e medidas específicas de prevenção. Exemplo de aplicação a uma operação de pintura


APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE PREVENÇÃO
MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PROTECÇÃO E PREVENÇÃO
Proibição de comer e fumar na zona e adaptação de locais para fumadores e refeitório
Limitação do acesso à zona
Adaptação de parâmetros do processo (pressão de trabalho ao mínimo necessário) e equipamentos de trabalho (alargar bico de projecção na pistola de pintura)
Evitar a acumulação de peças na zona de secagem
Disponibilidade de tempo e meios de limpeza. Limpeza de derrames
OPERAÇÃO
Pintura de peças por projecção aerográfica e secagem do solvente
Substituição da tinta (pigmentos, resinas, etc.) e do solvente por outros menos tóxicos
Substituição da técnica de pintura (imersão, etc.)
Instalação de um sistema de extracção localizada (cabina de pintura e campânula de extracção) na zona de secagem
Manutenção preventiva de equipamentos e do sistema de extracção de ar
Medições periódicas de controlo da concentração de fumos e gases no ambiente
Utilização de equipamento de protecção individual (EPI)

2005-1599_PT.indd 113 17-10-2006 16:16:08

2005-1599_PT.indd 114 17-10-2006 16:16:08

ANEXO 4
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS

1 AVALIAÇÃO DO RISCO E AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

A avaliação do risco por exposição ([22]) a agentes químicos visa alcançar os mesmos três objectivos que a de qualquer outro tipo de risco, a saber:

1. decidir sobre a necessidade ou não de adoptar medidas preventivas adicionais às já existentes;

2. determinar a natureza das medidas preventivas que é necessário adoptar;

3. definir as prioridades das medidas preventivas necessárias.

Por outro lado, desde que não haja dificuldades insanáveis de ordem prática ou que a conclusão não seja totalmente evidente desde o início, a avaliação do risco deve basear-se numa avaliação quantitativa da exposição, uma vez que, desta forma, o erro pode ser menor do que se se basear na consideração directa dos factores de risco materiais e organizativos que estão na origem dessa exposição. Este modo de actuação é característico da higiene industrial e constitui o seu conteúdo técnico específico.

No entanto, a avaliação da exposição a um agente químico só nos proporciona uma estimativa da probabilidade (ou, melhor ainda, um juízo sobre ela) de esse agente químico chegar a produzir o seu efeito característico, mas nada nos diz sobre a gravidade desse efeito. Uma vez que é necessário ter em conta este parâmetro para avaliar o risco, a avaliação da exposição será apenas uma parte do processo.

Desta forma, não devemos perder de vista que, uma vez concluída a avaliação de todas as exposições de interesse, será ainda necessário ter em consideração a perigosidade intrínseca dos diversos agentes químicos, antes de definir prioridades para as respectivas medidas preventivas. Só no caso de haver apenas um agente, a hierarquia das exposições ao mesmo traduzirá fielmente a dos riscos correspondentes.

2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EXPOSIÇÃO A AGENTES QUÍMICOS

2.1 INDICAÇÕES

O procedimento de avaliação da exposição descrito nas rubricas que seguem constitui um complemento e não uma alternativa à metodologia simplificada descrita na secção 2.2 do presente documento. Deve ser aplicado, portanto, nos casos em que aquela defenda a necessidade de medições ambientais, que são todos excepto os de nível de risco 1, e nos momentos do processo ali especificados.

Em suma, a medição é uma opção que deve ser justificada e não uma rotina. No entanto, quando está indicada, deve ser ajustada a um procedimento normalizado que garanta um mínimo de fiabilidade e validade dos seus resultados.

2.2 GRUPOS DE EXPOSIÇÃO HOMOGÉNEA (GEH)

Entende-se por grupo de exposição homogénea a associação entre um posto de trabalho e um agente químico (ou vários que produzem o mesmo efeito), num determinado ambiente ([23]).

Assim, em princípio, entre os trabalhadores que desempenham as mesmas funções ([24]), haverá tantos GEH quantos os agentes químicos de efeitos independentes aos quais estejam expostos.

Todo o procedimento de avaliação da exposição descrito neste anexo e, consequentemente, as suas conclusões são aplicáveis a cada grupo de exposição homogénea.

([22]) Neste texto, como é habitual, sempre que se fala de exposição, sem adjectivos, deve entender-se «por inalação».
([23]) Definição retirada do documento de Rhodia referido na parte IV (bibliografia).
([24]) Entende-se por posto de trabalho o exercício de uma função num ambiente específico.

2005-1599_PT.indd 115 17-10-2006 16:16:09

Naturalmente, a principal utilidade deste conceito é permitir que se chegue a conclusões sobre o grupo com base em medições realizadas para alguns dos seus membros. A norma EN 689:1995 ([25]) admite uma proporção tão baixa como um para dez.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES

Para conclusão do processo de avaliação quantitativa, proceder-se-á à classificação da exposição de qualquer GEH numa das três categorias seguintes:

Exposição aceitável: não requer seguimento através de medições periódicas.

Exposição tolerável: apresenta riscos de descontrolo e, por conseguinte, requer seguimento através de medições periódicas.

Exposição inaceitável: exige uma correcção a fim de reduzir a exposição e, posteriormente, uma nova avaliação.

3 AVALIAÇÃO INICIAL

Se se pretender medir a exposição real dos trabalhadores, as medições da concentração devem ser individuais, ou seja, devem ser efectuadas por meio dos equipamentos que são transportados pelas pessoas em causa na execução das suas tarefas e cuja cabeça de captação está situada na zona de respiração ([26]).

As medições de área, isto é, aquelas que são realizadas em posições fixas, podem servir por vezes para avaliar a exposição por excesso, não devendo, por isso, ser totalmente excluídas.

3.1 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DIÁRIA (ED)

A ED é a concentração média do agente químico na zona de respiração do trabalhador, medida ou calculada de forma ponderada em relação ao tempo de um dia de trabalho real, e tendo como ponto de referência um dia de trabalho padrão de 8 horas. Relacionar a concentração média com o dia de trabalho padrão implica que se considere o conjunto das diferentes exposições do trabalhador ao longo do dia de trabalho real, cada uma delas com a respectiva duração, como equivalente a uma única exposição uniforme de 8 horas.

Como é evidente, só se procederá à avaliação da ED a um agente químico depois de se ter definido um valor-limite para a mesma. Nesse caso, o procedimento deverá começar pela determinação de um ou mais valores de ED no GEH, pelo que a primeira coisa a estabelecer é o modo como se determina a ED de um dia de trabalho.

3.1.1 Determinação da ED de um dia de trabalho

Esta determinação é feita através de um processo em três fases sucessivas.

1) Divisão do dia de trabalho em períodos de exposição uniforme.

Consiste, como se indica, em dividir o dia de trabalho do GEH em tarefas bem definidas nas quais a exposição possa considerar-se uniforme ([27]). Deste modo, a concentração estaria sujeita a variações sistemáticas entre períodos e a variações unicamente aleatórias dentro de cada um deles.

Não é imprescindível realizar esta primeira fase, se se optar por medir o dia de trabalho completo. Em todo o caso, é conveniente realizá-la, pois proporciona mais informação, salvo se existirem razões de outra ordem que aconselhem a recolha de uma única amostra.

2) Amostragem e cálculo da concentração média de cada período de exposição uniforme.

O passo seguinte consiste em decidir o tipo de amostragem que vai ser utilizado para medir a concentração em cada período de exposição uniforme. As estratégias possíveis (quadro A4.1) são as seguintes:

a) período completo: amostra única;

b) período completo: amostras consecutivas;

c) período parcial: amostra única;

([25]) Ver referência na parte IV (Bibliografia).
([26]) Ver definição na norma EN 1540 «Atmosferas no local de trabalho». Terminologia.
([27]) A divisão deverá ser revista se posteriormente forem detectadas, dentro de um dado período, concentrações de amostra inferiores a metade ou superiores ao dobro da média desse período, e se o método de amostragem o permitir.

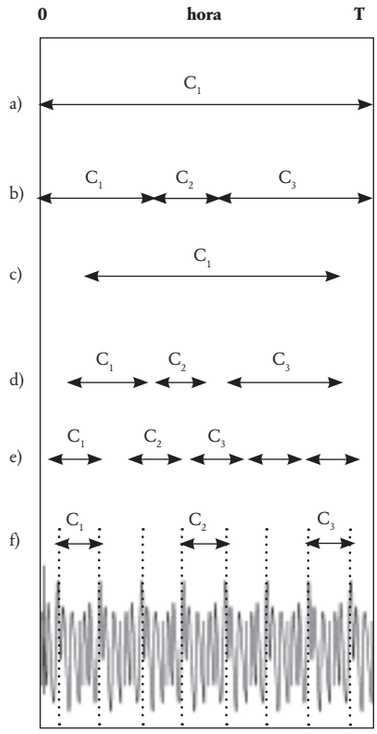
2005-1599_PT.indd 116 17-10-2006 16:16:09

d) período parcial: amostras consecutivas;

e) amostragem pontual aleatória;

f) amostragem de ciclos.

Quadro A4.1 Estratégias de amostragem



Relativamente a estas modalidades, convém assinalar o seguinte:

- a preferência inequívoca das duas com período completo (a e b) em relação às que têm período parcial. Nestas últimas, aceita-se à partida um erro que, por outro lado, não é possível estimar. Em todo o caso, de acordo com o anexo A da EN 689:1995, a amostragem deveria abranger, pelo menos, 25% do período representado;

- na amostragem pontual aleatória, cada amostra tem a duração mínima compatível com o método de medição, têm todas a mesma duração e são recolhidas em momentos escolhidos ao acaso na totalidade do período representado. Este método produz a maior margem de erro na estimativa da média do período;

- a chamada amostragem de ciclos tem também carácter aleatório, mas cada amostra abrange, necessariamente, um ciclo completo ou um número inteiro de ciclos. Trata-se, portanto, de uma modalidade que se aplica apenas a períodos de exposição com carácter cíclico e, consequentemente, não constitui uma opção para todos os casos.

A partir das concentrações das amostras, obtém-se a concentração média do período de exposição uniforme (C), para as diferentes estratégias, através das expressões seguintes:

a) Período completo: amostra única
$C = c$
Sendo c a única concentração amostral

b) Período completo: amostras consecutivas
$C = \Sigma\ ci\ ti/T$
Sendo ci as concentrações amostrais, ti as durações das respectivas amostras e T o total do período, que coincidirá, logicamente, com Σ ti

c) Período parcial: amostra única
$C = c$
Sendo c a concentração amostral única

d) Período parcial: amostras consecutivas
$C = \Sigma\ ci\ ti/\Sigma\ ti$
Sendo ci as concentrações amostrais e ti as durações das amostras respectivas

e) Amostragem pontual aleatória
$C = \Sigma\ ci/n$
Sendo ci as concentrações amostrais e n o número de amostras

f) Amostragem de ciclos
$C = \Sigma\ ci/n$
Sendo ci as concentrações amostrais e n o número de amostras

3) Cálculo da ED do dia de trabalho

Obtém-se a partir das concentrações médias dos períodos de exposição uniforme (C_i) e das respectivas durações em horas (T_i), aplicando a seguinte fórmula:

$$ED = \Sigma\ C_i\ T_{i/}8$$

3.1.2 Valoração da ED a longo prazo

Como é sabido, a ED de um GEH não é constante ao longo do tempo, antes varia de um dia de trabalho para o outro, mesmo quando não é possível detectar diferenças sistemáticas entre eles em termos de condições de trabalho. De um modo geral, com base em considerações de natureza teórica e em dados empíricos, admite-se que a ED se comporta como uma variável aleatória de distribuição logarítmica normal.

2005-1599_PT.indd 117 17-10-2006 16:16:09

Desta forma, a avaliação da ED de um dia de trabalho só tem interesse para um serviço de inspecção que tenha por objectivo verificar pontualmente o cumprimento de uma disposição regulamentar. Para a entidade patronal, que tem de planificar a sua actividade preventiva com base na avaliação do risco, apenas a avaliação a longo prazo pode fundamentar uma previsão fiável e, consequentemente, tem interesse e sentido.

Apresentam-se seguidamente os dois procedimentos de avaliação da ED a longo prazo constantes dos anexos da EN 689. Ambos estabelecem como requisito para a sua aplicação a inexistência de diferenças sistemáticas nas condições de trabalho entre os dias de trabalho. No entanto, se elas existirem, será ainda possível aplicá-las ao conjunto de dias de trabalho mais desfavoráveis, numa estratégia de avaliação da exposição por excesso.

3.1.2.1 Baseada, inicialmente, num único valor de ED

A principal vantagem deste método reside no facto de minimizar o número de medições de partida ampliando-o consoante as necessidades e em função dos resultados obtidos anteriormente ([28]). O seu maior inconveniente é não permitir caracterizar a distribuição de ED através de uma estimativa dos respectivos parâmetros.

Se a composição do GEH tornar necessária a medição da exposição de mais de um trabalhador, deve aplicar-se o procedimento a cada trabalhador separadamente e decidir para o conjunto dos trabalhadores com base no caso mais desfavorável.

O processo é o seguinte:

1. Obter um valor de ED
2. Calcular a ED relativa (ED_r) dividindo ED pelo valor-limite aplicável (VL-ED)

   $ED_r = ED/VL\text{-}ED$
3. Se $ED_r \leq 0{,}1$, *exposição aceitável*

   Se $ED_r > 1$, *exposição inaceitável*

   Se $0{,}1 < ED_r \leq 1$, determinar, pelo menos, dois novos valores de ED_r ([29])
4. Se ED_{r1} e ED_{r2} e …$ED_{rn} \leq 0{,}25$, *exposição aceitável*
5. Se ED_{r1} ou ED_{r2} ou…$ED_{rn} > 1$, exposição inaceitável
6. Se alguma $ED_r > 0{,}25$ mas todas ≤ 1 e MG ( ) $\leq 0{,}5$, *exposição tolerável*
7. Se $MG > 0{,}5$, existem as seguintes opções:
   - melhorar o controlo da exposição e repetir o procedimento de avaliação;
   - obter novos valores de EDr e seguir o procedimento a partir do ponto 4, até chegar a uma conclusão.

3.1.2.2 Baseada em 6 ou mais valores de ED

O anexo G da EN 689:1995 contém o procedimento gráfico desta valoração.

Nesta secção, apresenta-se apenas a versão analítica ([31]), que não vem desenvolvida na norma, utilizando algumas aproximações do manual NIOSH de estratégia de amostragem ([32]). O processo é o seguinte:

1. Obter pelo menos 6 ED, aleatoriamente, no GEH.
2. Comprovar a homogeneidade ([33]) da exposição no GEH.
3. Converter as ED em ED_r, dividindo-as pelo valor-limite correspondente (VL-ED).

   $ED_r = ED/VL\text{-}ED$
4. Calcular os logaritmos neperianos das ED_r

   $y_i = \ln DE_{ri}$
5. Calcular a média (Y) e o desvio padrão aproximado ($S_{n-1,\,y}$) da amostra, aplicando as seguintes fórmulas:

   $Y = \Sigma\, y_i/n$

   $S_{n-1,\,y} = \sqrt{\Sigma\,(y_i - Y)^2/n - 1}$

([28]) Isso facilita a aplicação a processos de trabalho pouco estáveis para os quais possa ser difícil prever com alguma antecipação se num determinado dia irão verificar-se as condições desejadas.
([29]) Correspondentes a dois novos dias de trabalho, de preferência não consecutivos e escolhidos ao acaso.
([30]) Média geométrica dos valores de ED_r.
([31]) A desvantagem fundamental que apresenta em relação à gráfica é que não se comprova o ajustamento da distribuição empírica ao modelo logarítmico normal.

2005-1599_PT.indd 118 17-10-2006 16:16:10

6. Tipificar a transformada do valor-limite, ln (VL--ED/VL-ED), calculando a estatística resultante da amostra:

   Z ([34]) = $(0 - Y)/S_{n-1, y}$

7. Procurar na tabela de distribuição normal padrão (tabela A4.I), a probabilidade (p) de superar o valor de Z calculado. Essa será a probabilidade de a ED de um qualquer dia de trabalho superar o valor--limite.

   Se p ≤ 0,1%, *exposição aceitável.* Situação verde.

   Se p > 5%, *exposição inaceitável.* Situação vermelha.

   Se 0,1% < p ≤ 5%, *exposição tolerável.* Situação laranja.

3.2 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DE CURTA DURAÇÃO (EC)

Entende-se por EC a concentração média de qualquer período de 15 minutos do dia de trabalho. Assim, ao contrário da ED, para a qual não pode haver mais do que um valor por cada dia de trabalho, GEH e agente químico, podemos ter para a EC tantos valores quantos os períodos de 15 minutos que caibam nela e que, se admitirmos sobreposições, serão praticamente infinitos.

Se ao agente químico em questão tiver sido atribuído um valor-limite para a EC (VL-EC), e nesse caso será necessário proceder a esta avaliação, deverá assegurar--se que nenhuma exposição de curta duração ultrapasse esse valor; por conseguinte, o primeiro passo consistirá em determinar a EC máxima do dia de trabalho.

3.2.1 Determinação da EC máxima

A selecção do período ou períodos de 15 minutos suspeitos da máxima exposição deve ser feita de modo sistemático, ou seja, por meio de uma análise das tarefas e das condições em que são realizadas, que ponha em evidência as mais desfavoráveis.

Se o número de períodos assim seleccionado for razoável, proceder-se-á à medição da EC de cada um deles e o valor mais alto obtido será a EC máxima pretendida.

Se, pelo contrário, o número for muito elevado, será necessário proceder à extracção aleatória de uma amostra de períodos a medir. Também neste caso, a EC mais alta obtida seria utilizada para a avaliação em primeira instância, mas, ao invés do caso anterior, sem a certeza de termos determinado a EC máxima.

3.2.2 Valoração da EC

O procedimento resume-se nos seguintes passos:

1. Compara-se o valor máximo de EC medido com o VL-EC.

- Se for superior, acaba a avaliação e conclui-se que a exposição é *inaceitável*.

- Se não for superior e a selecção dos períodos de medição tiver sido puramente siste-mática, também se deverá dar por terminado o processo, concluindo-se que a exposi-ção é *tolerável* (máx. EC > 0,5 VL-EC) ou *aceitável* (máx. EC ≤ 0,5VL-EC).

- Se não for superior, mas a selecção dos períodos tiver comportado uma fase aleatória, será necessário prosseguir com o procedimento até se estimar a probabilidade de superação do valor--limite no conjunto dos períodos suspeitos não medidos.

  Para o efeito, e tal como se fez para a avaliação da ED a longo prazo, parte-se da suposição, amplamente aceite, de que a EC, quando não existem diferenças sistemáticas entre períodos, se comporta como uma variável aleatória de distribuição logarítmica normal. Assim, se se dispuser de uma amostra aleatória de valores da EC, como é o caso, é possível estimar os parâmetros da distribuição e, com base neles, chegar a conhecer a probabilidade pretendida. O procedimento, em grande parte análogo ao descrito na secção 3.1.2.2, prossegue da seguinte forma:

2. Transformar as EC medidas em EC_r, dividindo-as por VL-EC.

3. Calcular os logaritmos neperianos das EC_r

   $y_i = \ln EC_{ri}$

([32]) Leidel, Busch e Lynch: Occupational Exposure Sampling Stategy Manual. NIOSH, 1977.
([33]) Se a ED de um trabalhador for inferior a metade ou superior ao dobro da média aritmética do grupo, será necessário rever a classificação dos sujeitos.
([34]) Na realidade, esta estatística não é Z mas t, uma vez que no denominador não aparece o desvio padrão da população mas sim o seu estimador amostral. No entanto, considerou-se suficiente aproximação assumir a distribuição normal, de acordo com o manual NIOSH.

2005-1599_PT.indd 119 17-10-2006 16:16:11

4. Calcular a média (E) e o desvio padrão aproximado ($S_{n-1, y}$) da amostra, que são os melhores estimadores da média e do desvio padrão da população, através das seguintes fórmulas:

   $$E = \Sigma y_i/n$$

   $$S_{n-1, y} = \sqrt{\Sigma (y_i - E)^2/n - 1}$$

5. Tipificar a transformada do valor-limite, ln (VL--EC/VL-EC), calculando a estatística resultante da amostra

   $$Z = (0 - E)/S_{n-1, y}$$

6. Procurar na tabela de distribuição normal padrão (tabela A4.I) a probabilidade (p) de superação do valor Z obtido. Uma vez que p é a probabilidade de qualquer um dos perío-dos não medidos superar o valor-limite, 1 – p será a probabilidade de não o superar e $p' = (1 - p)^{k-i}$, em que k é o total de períodos suspeitos e i o de períodos medidos, será a pro-babilidade de não o superar em qualquer dos períodos não medidos.

7. Se p' > 0,9 (90%), a exposição será *aceitável*.

   Se p' < 0,1 (10%), a exposição será *inaceitável*.

   Se 0,1 ≤ p' ≤ 0,9, a exposição será considerada apenas *tolerável*.

4 MEDIÇÕES PERIÓDICAS DE EXPOSIÇÃO

Entende-se por medições periódicas um modo de seguimento da exposição que é estabelecido quando os resultados da avaliação inicial não permitem considerá-la aceitável nem inaceitável e quando também não se considera justificada a adopção de medidas adicionais de controlo até ser incluída na primeira categoria. Parte-se, portanto, de uma exposição tolerável, uma vez que não se verificou qualquer superação do valor-limite, mas que apresenta risco de descontrolo.

As medições periódicas não constituem avaliações sucessivas da exposição e, por conseguinte, não têm de seguir os procedimentos descritos anteriormente. Importa igualmente não confundir com o seguimento das medidas de controlo do risco, como, por exemplo, as verificações periódicas dos sistemas de ventilação, que devem realizar-se sempre, independentemente de ser ou não necessário efectuar medições periódicas da exposição.

As medições periódicas devem permitir alcançar um duplo objectivo:

a) estabelecer a tendência da exposição, de modo a possibilitar a aplicação de medidas correctoras, se for necessário, antes de se ultrapassar o valor-limite;

b) ajustar de modo flexível a frequência das medições à entidade real da exposição.

Para esse efeito, é necessário que as medições periódicas sejam feitas de acordo com um programa, elaborado desde o início, que determine claramente o que medir, onde ou a quem, quando, como e com que frequência. Deste modo, os resultados que se forem obtendo serão comparáveis entre si e as suas diferenças resultarão apenas das variações da exposição e não do uso de diferentes critérios de medição.

A análise da tendência da exposição a partir dos dados das medições periódicas pode efectuar-se pelo método da média ponderada móvel, descrita no anexo G da EN 689.

Por outro lado, os anexos D e F da referida norma incluem dois sistemas para definir a frequência da medição, dos quais passamos a descrever o mais simples. A periodicidade inicial é fixada em 16 semanas, com os seguintes critérios de variação:

1. Se o resultado de uma medição apontar para uma exposição igual ou inferior a 25% do valor-limite, a medição seguinte deve efectuar-se ao fim de 64 semanas.

2. Se o resultado da medição apontar para uma exposição compreendida entre 25 e 50% do valor-limite, a medição seguinte realiza-se ao fim de 32 semanas.

3. Se o resultado da medição apontar para uma exposição compreendida entre 50% e 100% do valor-limite, a medição seguinte realiza-se ao fim de 16 semanas.

4. Se várias medições sucessivas derem valores de exposição inferiores a 10% do valor-limite, pode reconsiderar-se a necessidade de um programa de medições periódicas.

5. Se alguma das medições permitir deduzir uma exposição superior ao valor-limite, aplicam-se as medidas preventivas necessárias e, posteriormente, repete-se a avaliação inicial seguindo algum dos procedimentos estabelecidos.

2005-1599_PT.indd 120 17-10-2006 16:16:11

Tabela A4.1 Distribuição normal padrão

Z	p	Z	P	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
3,49	0,9998	2,99	0,9986	2,49	0,9936	1,99	0,9767	1,49	0,9319	0,99	0,8389	0,49	0,6879
3,48	0,9997	2,98	0,9986	2,48	0,9934	1,98	0,9761	1,48	0,9306	0,98	0,8365	0,48	0,6844
3,47	0,9997	2,97	0,9985	2,47	0,9932	1,97	0,9756	1,47	0,9292	0,97	0,8340	0,47	0,6808
3,46	0,9997	2,96	0,9985	2,46	0,9931	1,96	0,9750	1,46	0,9279	0,96	0,8315	0,46	0,6772
3,45	0,9997	2,95	0,9984	2,45	0,9929	1,95	0,9744	1,45	0,9265	0,95	0,8289	0,45	0,6736
3,44	0,9997	2,94	0,9984	2,44	0,9927	1,94	0,9738	1,44	0,9251	0,94	0,8264	0,44	0,6700
3,43	0,9997	2,93	0,9983	2,43	0,9925	1,93	0,9732	1,43	0,9236	0,93	0,8238	0,43	0,6664
3,42	0,9997	2,92	0,9982	2,42	0,9922	1,92	0,9726	1,42	0,9222	0,92	0,8212	0,42	0,6628
3,41	0,9997	2,91	0,9982	2,41	0,9920	1,91	0,9719	1,41	0,9207	0,91	0,8186	0,41	0,6591
3,4	0,9997	2,9	0,9981	2,4	0,9918	1,9	0,9713	1,4	0,9192	0,9	0,8159	0,4	0,6554
3,39	0,9997	2,89	0,9981	2,39	0,9916	1,89	0,9706	1,39	0,9177	0,89	0,8133	0,39	0,6517
3,38	0,9996	2,88	0,9980	2,38	0,9913	1,88	0,9699	1,38	0,9162	0,88	0,8106	0,38	0,6480
3,37	0,9996	2,87	0,9979	2,37	0,9911	1,87	0,9693	1,37	0,9147	0,87	0,8078	0,37	0,6443
3,36	0,9996	2,86	0,9979	2,36	0,9909	1,86	0,9686	1,36	0,9131	0,86	0,8051	0,36	0,6406
3,35	0,9996	2,85	0,9978	2,35	0,9906	1,85	0,9678	1,35	0,9115	0,85	0,8023	0,35	0,6368
3,34	0,9996	2,84	0,9977	2,34	0,9904	1,84	0,9671	1,34	0,9099	0,84	0,7995	0,34	0,6331
3,33	0,9996	2,83	0,9977	2,33	0,9901	1,83	0,9664	1,33	0,9082	0,83	0,7967	0,33	0,6293
3,32	0,9995	2,82	0,9976	2,32	0,9898	1,82	0,9656	1,32	0,9066	0,82	0,7939	0,32	0,6255
3,31	0,9995	2,81	0,9975	2,31	0,9896	1,81	0,9649	1,31	0,9049	0,81	0,7910	0,31	0,6217
3,3	0,9995	2,8	0,9974	2,3	0,9893	1,8	0,9641	1,3	0,9032	0,8	0,7881	0,3	0,6179
3,29	0,9995	2,79	0,9974	2,29	0,9890	1,79	0,9633	1,29	0,9015	0,79	0,7852	0,29	0,6141
3,28	0,9995	2,78	0,9973	2,28	0,9887	1,78	0,9625	1,28	0,8997	0,78	0,7823	0,28	0,6103
3,27	0,9995	2,77	0,9972	2,27	0,9884	1,77	0,9616	1,27	0,8980	0,77	0,7794	0,27	0,6064
3,26	0,9994	2,76	0,9971	2,26	0,9881	1,76	0,9608	1,26	0,8962	0,76	0,7764	0,26	0,6026
3,25	0,9994	2,75	0,9970	2,25	0,9878	1,75	0,9599	1,25	0,8944	0,75	0,7734	0,25	0,5987
3,24	0,9994	2,74	0,9969	2,24	0,9875	1,74	0,9591	1,24	0,8925	0,74	0,7704	0,24	0,5948
3,23	0,9994	2,73	0,9968	2,23	0,9871	1,73	0,9582	1,23	0,8907	0,73	0,7673	0,23	0,5910
3,22	0,9994	2,72	0,9967	2,22	0,9868	1,72	0,9573	1,22	0,8888	0,72	0,7642	0,22	0,5871
3,21	0,9993	2,71	0,9966	2,21	0,9864	1,71	0,9564	1,21	0,8869	0,71	0,7611	0,21	0,5832
3,2	0,9993	2,7	0,9965	2,2	0,9861	1,7	0,9554	1,2	0,8849	0,7	0,7580	0,2	0,5793
3,19	0,9993	2,69	0,9964	2,19	0,9857	1,69	0,9545	1,19	0,8830	0,69	0,7549	0,19	0,5753
3,18	0,9993	2,68	0,9963	2,18	0,9854	1,68	0,9535	1,18	0,8810	0,68	0,7517	0,18	0,5714
3,17	0,9992	2,67	0,9962	2,17	0,9850	1,67	0,9525	1,17	0,8790	0,67	0,7486	0,17	0,5675
3,16	0,9992	2,66	0,9961	2,16	0,9846	1,66	0,9515	1,16	0,8770	0,66	0,7454	0,16	0,5636
3,15	0,9992	2,65	0,9960	2,15	0,9842	1,65	0,9505	1,15	0,8749	0,65	0,7422	0,15	0,5596
3,14	0,9992	2,64	0,9959	2,14	0,9838	1,64	0,9495	1,14	0,8729	0,64	0,7389	0,14	0,5557
3,13	0,9991	2,63	0,9957	2,13	0,9834	1,63	0,9484	1,13	0,8708	0,63	0,7357	0,13	0,5517
3,12	0,9991	2,62	0,9956	2,12	0,9830	1,62	0,9474	1,12	0,8686	0,62	0,7324	0,12	0,5478
3,11	0,9991	2,61	0,9955	2,11	0,9826	1,61	0,9463	1,11	0,8665	0,61	0,7291	0,11	0,5438
3,1	0,9990	2,6	0,9953	2,1	0,9821	1,6	0,9452	1,1	0,8643	0,6	0,7257	0,1	0,5398
3,09	0,9990	2,59	0,9952	2,09	0,9817	1,59	0,9441	1,09	0,8621	0,59	0,7224	0,09	0,5359
3,08	0,9990	2,58	0,9951	2,08	0,9812	1,58	0,9429	1,08	0,8599	0,58	0,7190	0,08	0,5319
3,07	0,9989	2,57	0,9949	2,07	0,9808	1,57	0,9418	1,07	0,8577	0,57	0,7157	0,07	0,5279
3,06	0,9989	2,56	0,9948	2,06	0,9803	1,56	0,9406	1,06	0,8554	0,56	0,7123	0,06	0,5239
3,05	0,9989	2,55	0,9946	2,05	0,9798	1,55	0,9394	1,05	0,8531	0,55	0,7088	0,05	0,5199
3,04	0,9988	2,54	0,9945	2,04	0,9793	1,54	0,9382	1,04	0,8508	0,54	0,7054	0,04	0,5160
3,03	0,9988	2,53	0,9943	2,03	0,9788	1,53	0,9370	1,03	0,8485	0,53	0,7019	0,03	0,5120
3,02	0,9987	2,52	0,9941	2,02	0,9783	1,52	0,9357	1,02	0,8461	0,52	0,6985	0,02	0,5080
3,01	0,9987	2,51	0,9940	2,01	0,9778	1,51	0,9345	1,01	0,8438	0,51	0,6950	0,01	0,5040
3	0,9987	2,5	0,9938	2	0,9772	1,5	0,9332	1	0,8413	0,5	0,6915	0	0,5000

2005-1599_PT.indd 121 17-10-2006 16:16:14

Tabela A4.1 Distribuição normal padrão (continuação)

Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
-3,49	0,0002	-2,99	0,0014	-2,49	0,0064	-1,99	0,0233	-1,49	0,0681	-0,99	0,1611	-0,49	0,3121
-3,48	0,0003	-2,98	0,0014	-2,48	0,0066	-1,98	0,0239	-1,48	0,0694	-0,98	0,1635	-0,48	0,3156
-3,47	0,0003	-2,97	0,0015	-2,47	0,0068	-1,97	0,0244	-1,47	0,0708	-0,97	0,1660	-0,47	0,3192
-3,46	0,0003	-2,96	0,0015	-2,46	0,0069	-1,96	0,0250	-1,46	0,0721	-0,96	0,1685	-0,46	0,3228
-3,45	0,0003	-2,95	0,0016	-2,45	0,0071	-1,95	0,0256	-1,45	0,0735	-0,95	0,1711	-0,45	0,3264
-3,44	0,0003	-2,94	0,0016	-2,44	0,0073	-1,94	0,0262	-1,44	0,0749	-0,94	0,1736	-0,44	0,3300
-3,43	0,0003	-2,93	0,0017	-2,43	0,0075	-1,93	0,0268	-1,43	0,0764	-0,93	0,1762	-0,43	0,3336
-3,42	0,0003	-2,92	0,0018	-2,42	0,0078	-1,92	0,0274	-1,42	0,0778	-0,92	0,1788	-0,42	0,3372
-3,41	0,0003	-2,91	0,0018	-2,41	0,0080	-1,91	0,0281	-1,41	0,0793	-0,91	0,1814	-0,41	0,3409
-3,4	0,0003	-2,9	0,0019	-2,4	0,0082	-1,9	0,0287	-1,4	0,0808	-0,9	0,1841	-0,4	0,3446
-3,39	0,0003	-2,89	0,0019	-2,39	0,0084	-1,89	0,0294	-1,39	0,0823	-0,89	0,1867	-0,39	0,3483
-3,38	0,0004	-2,88	0,0020	-2,38	0,0087	-1,88	0,0301	-1,38	0,0838	-0,88	0,1894	-0,38	0,3520
-3,37	0,0004	-2,87	0,0021	-2,37	0,0089	-1,87	0,0307	-1,37	0,0853	-0,87	0,1922	-0,37	0,3557
-3,36	0,0004	-2,86	0,0021	-2,36	0,0091	-1,86	0,0314	-1,36	0,0869	-0,86	0,1949	-0,36	0,3594
-3,35	0,0004	-2,85	0,0022	-2,35	0,0094	-1,85	0,0322	-1,35	0,0885	-0,85	0,1977	-0,35	0,3632
-3,34	0,0004	-2,84	0,0023	-2,34	0,0096	-1,84	0,0329	-1,34	0,0901	-0,84	0,2005	-0,34	0,3669
-3,33	0,0004	-2,83	0,0023	-2,33	0,0099	-1,83	0,0336	-1,33	0,0918	-0,83	0,2033	-0,33	0,3707
-3,32	0,0005	-2,82	0,0024	-2,32	0,0102	-1,82	0,0344	-1,32	0,0934	-0,82	0,2061	-0,32	0,3745
-3,31	0,0005	-2,81	0,0025	-2,31	0,0104	-1,81	0,0351	-1,31	0,0951	-0,81	0,2090	-0,31	0,3783
-3,3	0,0005	-2,8	0,0026	-2,3	0,0107	-1,8	0,0359	-1,3	0,0968	-0,8	0,2119	-0,3	0,3821
-3,29	0,0005	-2,79	0,0026	-2,29	0,0110	-1,79	0,0367	-1,29	0,0985	-0,79	0,2148	-0,29	0,3859
-3,28	0,0005	-2,78	0,0027	-2,28	0,0113	-1,78	0,0375	-1,28	0,1003	-0,78	0,2177	-0,28	0,3897
-3,27	0,0005	-2,77	0,0028	-2,27	0,0116	-1,77	0,0384	-1,27	0,1020	-0,77	0,2206	-0,27	0,3936
-3,26	0,0006	-2,76	0,0029	-2,26	0,0119	-1,76	0,0392	-1,26	0,1038	-0,76	0,2236	-0,26	0,3974
-3,25	0,0006	-2,75	0,0030	-2,25	0,0122	-1,75	0,0401	-1,25	0,1056	-0,75	0,2266	-0,25	0,4013
-3,24	0,0006	-2,74	0,0031	-2,24	0,0125	-1,74	0,0409	-1,24	0,1075	-0,74	0,2296	-0,24	0,4052
-3,23	0,0006	-2,73	0,0032	-2,23	0,0129	-1,73	0,0418	-1,23	0,1093	-0,73	0,2327	-0,23	0,4090
-3,22	0,0006	-2,72	0,0033	-2,22	0,0132	-1,72	0,0427	-1,22	0,1112	-0,72	0,2358	-0,22	0,4129
-3,21	0,0007	-2,71	0,0034	-2,21	0,0136	-1,71	0,0436	-1,21	0,1131	-0,71	0,2389	-0,21	0,4168
-3,2	0,0007	-2,7	0,0035	-2,2	0,0139	-1,7	0,0446	-1,2	0,1151	-0,7	0,2420	-0,2	0,4207
-3,19	0,0007	-2,69	0,0036	-2,19	0,0143	-1,69	0,0455	-1,19	0,1170	-0,69	0,2451	-0,19	0,4247
-3,18	0,0007	-2,68	0,0037	-2,18	0,0146	-1,68	0,0465	-1,18	0,1190	-0,68	0,2483	-0,18	0,4286
-3,17	0,0008	-2,67	0,0038	-2,17	0,0150	-1,67	0,0475	-1,17	0,1210	-0,67	0,2514	-0,17	0,4325
-3,16	0,0008	-2,66	0,0039	-2,16	0,0154	-1,66	0,0485	-1,16	0,1230	-0,66	0,2546	-0,16	0,4364
-3,15	0,0008	-2,65	0,0040	-2,15	0,0158	-1,65	0,0495	-1,15	0,1251	-0,65	0,2578	-0,15	0,4404
-3,14	0,0008	-2,64	0,0041	-2,14	0,0162	-1,64	0,0505	-1,14	0,1271	-0,64	0,2611	-0,14	0,4443
-3,13	0,0009	-2,63	0,0043	-2,13	0,0166	-1,63	0,0516	-1,13	0,1292	-0,63	0,2643	-0,13	0,4483
-3,12	0,0009	-2,62	0,0044	-2,12	0,0170	-1,62	0,0526	-1,12	0,1314	-0,62	0,2676	-0,12	0,4522
-3,11	0,0009	-2,61	0,0045	-2,11	0,0174	-1,61	0,0537	-1,11	0,1335	-0,61	0,2709	-0,11	0,4562
-3,1	0,0010	-2,6	0,0047	-2,1	0,0179	-1,6	0,0548	-1,1	0,1357	-0,6	0,2743	-0,1	0,4602
-3,09	0,0010	-2,59	0,0048	-2,09	0,0183	-1,59	0,0559	-1,09	0,1379	-0,59	0,2776	-0,09	0,4641
-3,08	0,0010	-2,58	0,0049	-2,08	0,0188	-1,58	0,0571	-1,08	0,1401	-0,58	0,2810	-0,08	0,4681
-3,07	0,0011	-2,57	0,0051	-2,07	0,0192	-1,57	0,0582	-1,07	0,1423	-0,57	0,2843	-0,07	0,4721
-3,06	0,0011	-2,56	0,0052	-2,06	0,0197	-1,56	0,0594	-1,06	0,1446	-0,56	0,2877	-0,06	0,4761
-3,05	0,0011	-2,55	0,0054	-2,05	0,0202	-1,55	0,0606	-1,05	0,1469	-0,55	0,2912	-0,05	0,4801
-3,04	0,0012	-2,54	0,0055	-2,04	0,0207	-1,54	0,0618	-1,04	0,1492	-0,54	0,2946	-0,04	0,4840
-3,03	0,0012	-2,53	0,0057	-2,03	0,0212	-1,53	0,0630	-1,03	0,1515	-0,53	0,2981	-0,03	0,4880
-3,02	0,0013	-2,52	0,0059	-2,02	0,0217	-1,52	0,0643	-1,02	0,1539	-0,52	0,3015	-0,02	0,4920
-3,01	0,0013	-2,51	0,0060	-2,01	0,0222	-1,51	0,0655	-1,01	0,1562	-0,51	0,3050	-0,01	0,4960
-3	0,0013	-2,5	0,0062	-2	0,0228	-1,5	0,0668	-1	0,1587	-0,5	0,3085	0	0,5000

2005-1599_PT.indd 122 17-10-2006 16:16:16

ANEXO 5
MÉTODOS DE MEDIÇÃO PARA OS AGENTES QUÍMICOS DA LISTA DE VALORES-LIMITE INDICATIVOS DA DIRECTIVA 2000/39/CE

1 MÉTODOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E ANÁLISE

Para obter resultados fiáveis nas medições dos agentes químicos para os quais foi fixado um valor-limite de exposição profissional (VL), é necessário utilizar métodos que reúnam as características adequadas, aplicá-los de acordo com as instruções e recomendações neles contidas e realizar um controlo adequado em todas as fases da sua execução.

As normas europeias elaboradas pelo Comité Técnico 137 do CEN ([35]) «*Assesment exposure at the workplace*» estabelecem os requisitos das características dos métodos de medição que determinam a sua idoneidade para a determinação das concentrações das substâncias químicas na atmosfera dos locais de trabalho.

De acordo com a norma EN 482:1994, as medições que têm por objectivo a comparação com os valores-limite de exposição profissional são aquelas que «*proporcionam informação exacta e fiável sobre a concentração média ponderada no tempo de um agente químico específico na atmosfera passível de ser inalado, ou que permitem a sua previsão*». Para o efeito, como se indica na referida norma, a incerteza global para estas medições deve ser ≤ 30% para o intervalo de 0,5 VL a 2 VL e ≤ 50% para o intervalo de 0,1 VL a 0,5 VL. O método de medição deve satisfazer estes requisitos com tempos de recolha da amostra iguais ou inferiores ao período de referência do valor-limite e nas condições ambientais típicas dos locais de trabalho. Além disso, os procedimentos e equipamentos que se utilizam na medição das substâncias químicas devem respeitar as normas específicas derivadas da norma EN 482:1994 que sejam aplicáveis em cada caso (ver secções 2.1 e 2.2 do presente anexo bem como a bibliografia na parte III das presentes directrizes práticas).

Os métodos que normalmente cumprem os requisitos anteriores são os métodos com fases separadas de recolha da amostra e análise. Um método de recolha de amostras e análise (MRA) é um conjunto ordenado de operações ou procedimentos de trabalho, que permite obter resposta a um requisito de medição específico, como seja determinar a concentração de um agente químico na atmosfera ou numa matriz específica.

Nos métodos de recolha de amostras e análise, é possível distinguir três fases:

- recolha das amostras, onde se indica o procedimento a seguir para a obtenção das mesmas;
- transporte e armazenamento, onde se indicam as precauções e recomendações a observar a fim de evitar que as amostras se alterem depois de recolhidas;
- análise, onde se descreve o tratamento a aplicar às amostras no laboratório.

Os métodos são basicamente definidos pelos seguintes elementos:

- a substância (ou substâncias) concreta(s) que determina(m);
- o sistema de recolha de amostras (activo/passivo, suporte de captação, etc.);
- a técnica analítica a utilizar.

Os métodos de recolha de amostras e análise incluídos no presente documento foram seleccionados em função do grau de cumprimento das normas europeias. Partiu-se dos métodos publicados existentes, redigidos em forma normalizada, com protocolos de validação conhecidos e relatórios de validação acessí-

([35]) Comité Europeu de Normalização.

2005-1599_PT.indd 123 17-10-2006 16:16:17

veis. As características dos métodos seleccionados foram comparadas com os requisitos das normas europeias a fim de determinar a sua idoneidade. Os protocolos de validação variam consoante a sua origem, pelo que foi necessário estimar alguns dos parâmetros indicados nas normas europeias a partir da informação disponível.

2 REQUISITOS DOS MÉTODOS DE MEDIÇÃO

2.1 REQUISITOS GERAIS

Os requisitos gerais, contidos na norma EN 482:1994, aplicáveis às medições de agentes químicos no local de trabalho cujo objecto é a comparação com os valores-limite, são os seguintes:

Intervalo de medida mínimo. O intervalo de medida do procedimento de medição deve incluir o valor-limite e ir de 0,1 VL a 2 VL. Isto significa que, em todo este intervalo, a incerteza global deve situar-se entre os limites especificados (ver infra a definição de incerteza global).

Tempo de ponderação. É o período de tempo para que o procedimento de medição proporcione um resultado individual. Para um método com etapas separadas de recolha de amostras e análise, o tempo de ponderação é equivalente ao tempo de amostragem. Para os métodos de medição cujo objecto é a comparação com valores-limite, o tempo de amostragem deve ser menor ou igual que o período de referência do valor-limite.

Incerteza global. De uma forma geral, entende-se por incerteza da medição a estimativa que caracteriza o intervalo de valores no qual se situa, geralmente com uma dada probabilidade elevada, o verdadeiro valor da magnitude medida [UNE-EN 30012-1, 3.7:1994]. No domínio da medição de agentes químicos, a expressão *incerteza global* utiliza-se para definir a quantidade para caracterizar, como um todo, a incerteza do resultado dado por uma peça de equipamento ou por um procedimento de medição. Quantitativamente, exprime-se como uma percentagem através de uma combinação do enviezamento e da precisão, geralmente de acordo com a fórmula [UNE-EN 482:1994, 3.7:1995]:

$$\frac{\left|\overline{X} - X_{ref}\right| + 2s}{X_{ref}} \times 100$$

em que:

$\overline{X}$ é o valor médio dos resultados de um número n de medições repetidas;

X_{ref} é o valor de referência verdadeiro ou aceite da concentração;

s é o desvio típico das medições.

A incerteza global calculada de acordo com a fórmula anterior, deve ser ≤ 30% para o intervalo de 0,5 VL a 2 VL e ≤ 50% para o intervalo de 0,1 VL a 0,5 VL.

Integridade física e química da amostra. O armazenamento e o transporte devem ser realizados de tal forma que a integridade física e química da amostra seja preservada. O método deve incluir as condições de transporte e armazenamento (temperatura, protecção contra a luz, tempo máximo de armazenamento, etc.).

Condições ambientais. Os requisitos anteriores deveriam ser respeitados nas condições ambientais presentes no local de trabalho, que sejam típicas da utilização pretendida com o procedimento. Consideram-se normalmente as informações acerca da influência da temperatura no intervalo 5ºC-40ºC, da humidade no intervalo 20%-80% de humidade relativa, da pressão, bem como de outros parâmetros.

Selectividade. Entende-se por selectividade o grau de independência do método face às interferências [UNE--EN 482, 3.9:1995]. Também se define como o grau em que um método pode quantificar um determinado analito numa mistura complexa, sem sofrer as interferências dos restantes componentes da mistura [WELAC/Eurachem:93]. O procedimento de medição deve ter em conta as possíveis interferências e proporcionar informações para minimizar os seus efeitos.

Descrição do método. A descrição do método deve, de preferência, seguir as indicações da norma ISO 78/2:1982 (ver parte III). A descrição deve conter toda a informação necessária para a realização do procedimento com, além disso, a indicação da incerteza global alcançável, do intervalo de medida, do tempo de ponderação, das interferências e das informações relativas às condições ambientais ou outras que possam ter influência.

A redacção formal do método seguindo as indicações da norma ISO 78/2:1982 dispõe as informações de acordo com as secções seguintes:

2005-1599_PT.indd 124 17-10-2006 16:16:17

- Introdução (opcional)
- Objecto e âmbito de aplicação
- Definições
- Fundamento do método
- Reagentes e produtos
- Aparelhos e material
- Recolha da amostra
- Procedimento de análise
- Cálculos
- Precisão e exactidão
- Bibliografia

Expressão dos resultados. O resultado final decorrente do método de medição deve ser expresso nas mesmas unidade que o valor-limite.

2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

Além dos requisitos gerais e, consoante o estado físico do agente químico na atmosfera, a sua natureza química, a espécie do agente químico a medir, o tipo de amostragem (activa ou passiva) e o elemento de captação, há ainda a considerar as seguintes normas (ver parte III):

- Para todos os métodos que utilizem sistemas de amostragem activa, as bombas de amostragem individual serão conformes à norma EN 1232:1997, e as bombas para caudais superiores a 5 l/min serão conforme à norma EN 12919:1999.

- Os métodos de determinação de agentes químicos presentes na atmosfera sob a forma de gases e vapores cumprirão, além disso, os requisitos da EN 1076:1997 se utilizarem tubos adsorventes ou da EN 838:1995 se se tratar de amostradores passivos por difusão.

- Os métodos de determinação de agentes químicos presentes na atmosfera sob a forma de partículas e que exijam selectores de tamanhos terão em conta as normas EN 481:1993 e EN 13205:2001. Os métodos de determinação de metais e metalóides deverão, além disso, cumprir os requisitos da norma EN 13890:2002 e os métodos de determinação de agentes químicos presentes na atmosfera sob a forma de misturas de partículas e vapores deverão cumprir os requisitos da norma ENV 13936:2001.

2.3 VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Os métodos a utilizar deverão ser métodos validados que garantam a obtenção de resultados com o grau de fiabilidade requerido. A validação de um procedimento de medição estabelece, mediante estudos sistemáticos de laboratório, que as características desse procedimento cumprem as especificações relativas ao uso previsto dos resultados analíticos. O processo de validação permite o conhecimento das características de funcionamento do método e proporciona um elevado grau de confiança no mesmo e nos resultados obtidos quando é aplicado.

A fim de estabelecer os métodos de determinação da concentração dos contaminantes químicos, é necessário fixar previamente critérios de desempenho que incluam, entre outros, os valores máximos do desvio e da precisão que se devem obter em condições laboratoriais semelhantes às reais. Estes critérios, que também deverão incluir as eventuais influências do ambiente, são habitualmente definidos em documentos denominados protocolos de validação.

O protocolo de validação deve ser de molde a permitir a determinação da incerteza global (precisão e desvio) do método, e deve basear-se em medições repetidas em condições definidas. O número de medições repetidas para um determinado conjunto de condições não deverá ser inferior a seis. A incerteza global relativa deverá ser determinada em relação às concentrações correspondentes aos limites inferior e superior do intervalo de medição mínimo (0,1 VL a 2 VL) e, pelo menos, em relação a outra concentração intermédia.

Dependendo do fundamento do método, o protocolo deverá incluir o ensaio da influência dos parâmetros ambientais e das interferências susceptíveis de afectar os resultados da medição. Além disso, deverão considerar-se outros factores cuja influência deve ser tida em conta em caso de necessidade, como, por exemplo, a velocidade e direcção do vento ou a direcção do orifício de entrada do ar aquando da amostragem. Se se aplicarem factores de correcção para um desvio conhecido e explicável resultante dos efeitos ambientais, esses factores deverão ser justificados e registados no relatório de validação.

2005-1599_PT.indd 125 17-10-2006 16:16:18

2.4 OUTRAS CARACTERÍSTICAS A AVALIAR

Entre as características não técnicas, pode ser de especial interesse para o utilizador dispor de uma avaliação da dificuldade de aplicação do método e do custo económico do equipamento necessário. A avaliação destas características depende em grande parte da situação da entidade que realiza as medições e do local de trabalho a avaliar, assim como do número de medições (amostras a recolher e analisar) e do número de determinações (analitos) a efectuar para cada amostra.

Grau de dificuldade. Para avaliar a dificuldade da aplicação de cada método seleccionado, foram considerados os seguintes factores:

- o equipamento e acessórios necessários podem adquirir-se no mercado;
- os padrões de calibração podem preparar-se simplesmente por dissolução;
- não existem limitações nem dificuldades na recolha de amostras (por exemplo, utilização de borbulhadores);
- não são exigidos períodos mínimos de recolha de amostras muito longos (por exemplo, 4 horas ou mais);
- o transporte e armazenamento das amostras não exigem nenhuma precaução especial para além dos requisitos gerais indicados na secção seguinte e da indicação «conservar a 4°C»;
- não há restrições nem limitações das condições em todo o campo de aplicação do método;
- o analito é estável e não existem tendências nos valores da incerteza global com a concentração ou outras condições.

As categorias que se aplicaram relativamente ao grau de dificuldade foram: aplicação simples, aplicação complexa e aplicação muito complexa. Considera-se que uma *aplicação* é *simples* quando se cumprem as características indicadas anteriormente e que é *complexa* ou *muito complexa* quando não se cumprem duas ou mais de duas das condições anteriores (seria o caso de um método que requeira um suporte de captação impregnado que não está comercializado).

Custo económico. Embora os equipamentos de análise química sejam normalmente muito mais caros do que os utilizados na recolha de amostras, foram considerados em conjunto para efeitos de cálculo do custo económico. Utilizou-se o critério seguinte:

- ***baixo*** (< 12 000 euros)
- ***médio*** (de 12 000 a 42 000 euros)
- ***elevado*** (> 42 000 euros).

3 INSTRUÇÕES GERAIS PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO

A execução das três fases do método de medição (recolha das amostras, transporte e conservação e análise instrumental) costuma ser assegurada por diferentes pessoas, o que torna necessário dispor de sistemas que garantam a integridade e a custódia das amostras durante todo o processo.

3.1 RECOLHA DA AMOSTRA

A recolha da amostra é necessária em todas as determinações analíticas que têm de ser efectuadas em laboratório. Corresponde à primeira fase do método de medição, e é completamente diferenciada da determinação analítica, não só por apresentar uma problemática específica diferente mas também por ser executada num período de tempo distinto, na maior parte das vezes por operadores diferentes, ainda que ambas, a recolha da amostra e a determinação analítica, estejam totalmente relacionadas e dependentes uma da outra.

A recolha de amostras deve realizar-se de acordo com as indicações do método de medição seleccionado. Antes de se proceder à sua execução, é preciso verificar se o equipamento a utilizar foi devidamente calibrado e está em bom estado de conservação, se os suportes de captação são os recomendados no método, estiveram armazenados nas condições recomendadas pelo fabricante e estão dentro do prazo de validade, se este existir.

No caso da amostragem passiva por difusão, há que ter em conta que a velocidade de captação indicada no método só é válida para o modelo de amostrador utilizado na validação. Se se utilizar um modelo de amostrador diferente, o utilizador deverá calcular a velocidade de captação ou então solicitá-la ao fabricante.

É importante que as amostras sejam identificadas de forma inequívoca e que sejam recolhidos todos os dados e informações pertinentes sobre o local de

2005-1599_PT.indd 126 17-10-2006 16:16:18

trabalho. Deverá também existir um registo das amostras no qual conste, pelo menos, a referência atribuída, o local de recolha, o equipamento utilizado, as condições de realização, a pessoa que a realizou e os laboratórios para onde se enviam as amostras para análise.

3.2 TRANSPORTE E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

A parte do método de medição que compreende o transporte e o armazenamento ou conservação da amostra é de vital importância, já que um tratamento inadequado das amostras durante esta fase afecta a sua integridade e invalida todo o processo de medição. A fim de assegurar de forma permanente que as amostras se encontrem nas devidas condições, é especialmente necessário evitar que haja períodos de tempo ou locais nos quais as amostras recolhidas não tenham um responsável (não estejam sob custódia).

O método de medição estabelece as condições de transporte e conservação a observar: temperatura, protecção da luz, humidade recomendada e tempo máximo de armazenagem. Convém que o tempo decorrido entre o momento da recolha da amostra e o momento da sua recepção no laboratório que vai realizar a análise seja o mais curto possível.

As principais recomendações são:

- selar ou fechar as amostras imediatamente após a sua captação;
- acomodar as amostras em recipientes adequados para o seu transporte;
- incluir em cada lote de amostras, uma «amostra em branco» (amostra pela qual não se fez passar ar);
- não colocar na mesma caixa ou recipiente amostras ambientais e amostras de matérias-primas (*bulk samples*);
- evitar que as amostras se alterem devido ao aquecimento excessivo ou à exposição intensa à luz solar;
- não armazenar as amostras; enviá-las imediatamente para o laboratório;
- conservar as amostras de acordo com as indicações do método analítico e não as manipular enquanto não chegar o momento de serem analisadas.

3.3 ANÁLISE

Convém que o laboratório que realiza a análise cumpra as exigências da norma EN-ISO/CEI 17025:1999, especialmente no que respeita aos seguintes aspectos:

- ter implementado um sistema de qualidade;
- dispor de um plano de manutenção e calibração do equipamento;
- aplicar procedimentos de funcionamento normalizados (PFN) nas suas actividades;
- aplicar métodos de medição validados;
- dispor de pessoal com a formação e experiência necessárias;
- participar em programas de avaliação externa da qualidade ou ensaios de intercomparação.

4 SELECÇÃO E AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS

4.1 COLECTÂNEAS DE MÉTODOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E DE ANÁLISE

Foi feita a selecção de métodos de recolha de amostras e de análise para os agentes químicos da Directiva 2000/39/CE entre os métodos publicados existentes, redigidos de forma normalizada, com protocolos de validação conhecidos e relatórios de validação acessíveis.

Para o efeito, foram considerados numa primeira fase as colectâneas de métodos publicadas por instituições competentes de países da UE citados na norma EN 14042:2003. De entre esses métodos foram considerados, sempre que foi possível, aqueles cujos protocolos de validação e dados de validação estavam publicados ou eram acessíveis. As colectâneas de métodos consideradas foram as referidas na parte III do presente documento, correspondente à bibliografia.

Os métodos destas colectâneas dispõem, em muitos casos, de protocolos de validação ou de resultados de validação próprios publicados. Caso contrário, utilizam-se os dados de validação do NIOSH ou do OSHA porque constituem uma referência geral na maioria dos países da UE, mesmo quando se dispõe de colectâneas de métodos publicadas. As colectâneas de métodos do NIOSH e do OSHA encontram-se também entre as referências da EN 14042:2003. Estas instituições publi-

2005-1599_PT.indd 127 17-10-2006 16:16:18

cam tanto os protocolos de validação como os resultados do procedimento de validação.

Em alguns casos, quando a informação não era suficiente, foi necessário recorrer a artigos publicados em revistas científicas.

4.2 RECOLHA DE INFORMAÇÕES SOBRE OS MÉTODOS PARA CADA AGENTE QUÍMICO

Para muitas das substâncias existe mais do que um método publicado. Podem tratar-se de métodos iguais ou equivalentes ou de métodos diferentes. Considera-se que os métodos são iguais ou equivalentes, quando utilizam a mesma metodologia, os mesmos equipamentos de recolha de amostras e análise, e procedimentos similares. Podem existir diferenças ao nível do campo de aplicação de métodos iguais ou equivalentes, devido às diferenças observadas nos valores-limite, sejam elas as diferenças existentes entre os valores estabelecidos nos diferentes países, sejam as resultantes de alterações (normalmente diminuições, por vezes drásticas) sofridas pelos valores-limite ao longo do tempo.

Para cada método ou grupo de métodos iguais, recolheram-se, em quadros semelhantes ao que se apresenta a seguir (quadro A5.1), todos os dados disponíveis, tanto os que constam do próprio método como dos relatórios de validação correspondentes, a fim de obter informações sobre o campo de aplicação, a recolha de amostras, o transporte e armazenamento, a análise bem como qualquer outra informação com interesse.

4.3 AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS

Os métodos foram avaliados em função do nível de cumprimento dos requisitos indicados no ponto 2, agrupando os métodos iguais ou equivalentes. Foram avaliadas, em primeiro lugar, as características de funcionamento (técnicas) e, em segundo lugar, outras características. As características do método candidato foram comparadas com os requisitos estabelecidos nas normas europeias. Como referência básica e geral foram considerados os requisitos previstos pela norma EN 482:1994 para as medições que têm por objectivo a comparação com os valores-limite (ponto 2.1). Foram igualmente consideradas todas as normas específicas derivadas da norma EN 482:1994, citadas anteriormente em 2.2, onde se indicam pormenorizadamente os requisitos dos diferentes tipos de procedimentos e equipamentos utilizados na medição das substâncias químicas.

Na avaliação e selecção dos métodos teve-se em conta a informação disponível relativa à validação. Os protocolos de validação variam consoante a respectiva

Quadro A5.1 Recolha de informações para cada método

(Nome do agente químico)	**VL (8 h) = mg/m³,**	**VL (curto prazo) = mg/m³**		
		Método 1	Método 2	Método 3
Volume de ruptura *(Breakthrough volume)*	Concentração da atmosfera mg/m³ (x VL)			
	Humidade relativa (%)			
	Caudal *(Flow rate)* (l/min)			
Eficácia de dessorção *(Desorption efficiency)*	Massa adicionada (mg por amostra)			
Ensaios Amostragem/análise	Caudal *(Flow rate)* (l/min)			
	Volume de amostragem (l)			
	Concentração da atmosfera mg/m³ (x VL)			
	Humidade relativa (%)			
	mg recolhidos			
Ensaio de armazenamento	Concentração da atmosfera mg/m³ (x VL)			
	Humidade relativa (%)			
	Condições de armazenamento (Refrigerado/ambiente)			
	Tempo de armazenamento (dias)			
Outras informações	Interferências, limitações, etc.			

2005-1599_PT.indd 128 17-10-2006 16:16:19

origem e, por isso, foi necessário fazer uma estimativa de alguns dos parâmetros indicados nas normas europeias a partir da informação disponível. A EN 482:1994 indica que a validação de um método para comparação com os VL deve efectuar-se no intervalo de 0,1 VL a 2 VL. Este critério que gira em torno do VL faz com que o intervalo de trabalho deva mudar sempre que muda o valor-limite. Os métodos publicados foram validados, pelo menos em alguns casos, para valores-limite sensivelmente superiores e por vezes inferiores aos VL fixados na directiva e, em todos os casos, para o VL de 8 horas. Consequentemente, a fim de aproveitar o trabalho de validação dos métodos efectuado na devida altura, as condições da validação devem ser extrapoladas para as necessidades actuais. Assim, sempre que foi necessário, o volume da amostra foi adaptado de modo a que as quantidades absolutas de amostra recolhidas com o caudal recomendado se encontrassem dentro do intervalo de concentrações a que se referem os dados de validação. No campo dos solventes orgânicos captados sobre um adsorvente sólido, é possível fazer essa extrapolação desde que se respeitem alguns conceitos fundamentais na validação como o volume de ruptura (*breakthrough volume)* que, na prática, consiste em evitar que se ultrapasse a capacidade de adsorção do adsorvente utilizado, o que invalidaria a amostra recolhida.

5 FICHAS DE MÉTODOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E ANÁLISE PARA OS AGENTES QUÍMICOS DA DIRECTIVA 2000/39/CE

Para cada substância química contida na lista de valores-limite da Directiva 2000/39/CE, elaborou-se uma ficha (duas, em alguns casos) do método de recolha de amostras e análise.

Cada ficha contém a informação fundamental relativa a todas as fases do método de medição (recolha de amostras, transporte e armazenamento e análise) para poder ser utilizada tanto no trabalho de campo como no de laboratório. Essa informação encontra-se dividida em rubricas como mostra o modelo da figura A5.2 (modelo de ficha e explicação dos conteúdos).

Nos casos em que existem vários métodos para uma mesma substância, os dados incluídos na ficha são os do método seleccionado, que é o que foi validado de forma mais próxima às normas europeias para o intervalo de concentrações de interesse (0,1 VL a 2 VL da Directiva 2000/39/CE) e os valores de precisão, desvio e incerteza global incluídos são os do método seleccionado. A informação relativa aos outros métodos, sejam eles equivalentes ou diferentes, consta na secção da ficha «Outros métodos», a qual poderá incluir informação sobre os dados relevantes dos métodos equivalentes que podem complementar o método recomendado e sobre as alternativas de recolha de amostra e análise oferecidas pelos métodos diferentes.

No quadro A5.3 apresenta-se a listagem das fichas. Na primeira coluna, indica-se o número de identificação da ficha atribuído correlativamente segundo a ordem da lista de valores-limite da Directiva 2000/39/CE. Na segunda coluna, indica-se o nome do agente químico. Na terceira coluna, indica-se o intervalo de medição específico (ver definição no ponto 2.1) de acordo com a norma EN 482:1994. A quarta coluna contém o intervalo validado que corresponde ao método seleccionado, o qual é indicado na quinta coluna. A sexta coluna contém observações relativas às limitações na aplicabilidade desse método para a medição das concentrações de agentes químicos perigosos na atmosfera no local de trabalho, no que se refere aos valores-limite de exposição profissional.

Nos quadros A5.4 e A5.5, apresenta-se, respectivamente, o índice das fichas ordenadas por número CAS e por ordem alfabética.

2005-1599_PT.indd 129 17-10-2006 16:16:19

2005-1599_PT.indd 130 17-10-2006 16:16:19

Figura A5.2 Modelo de ficha e explicação dos conteúdos

NOME DO AGENTE QUÍMICO
Nome do agente químico da lista de VL da Directiva 2000/39/CE seguido, por vezes, do sinónimo mais utilizado.

N.º CAS: *N.º de registo do Chemical Abstract Service*

FICHA N.º --
Número de ordem da lista de VL

Data da elaboração ou da última actualização

VL (8 h): ----- mg/m³, ----- ppm
Valores-limite de exposição profissional indicativos previstos no anexo da Directiva 2000/39/CE

VL (CURTO PRAZO): ----- mg/m³, ----- ppm

RESUMO DO MÉTODO

Breve descrição do método recomendado, com indicação do sistema de recolha de amostra e análise e dos dados básicos que dão uma primeira ideia global do método.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Escala de concentrações indicando os níveis mínimo e máximo de medição. É expressa como um intervalo de concentrações (massa/volume) da substância química por metro cúbico de ar, para o volume de amostra recomendado. As concentrações mínima e máxima correspondem a 0,1VL e 2 VL para o volume recomendado.
Informação disponível sobre as limitações do método, ou seja, sobre as condições ambientais ou outras circunstâncias que podem restringir o campo de aplicação.
Informação sobre as possibilidades de aplicação do método a outras substâncias químicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A informação técnica mais relevante para a aplicação do método dividida em 4 grupos: recolha de amostras, análise, transporte e armazenamento, e dados de avaliação do método.

RECOLHA DAS AMOSTRAS

Descrição do sistema de captação e das condições de recolha de amostra.
Bomba de amostragem: *tipo de bomba.*
Elemento de captação: *descrição das características.*
Caudal recomendado: *—— l/min caudal da bomba utilizado na validação do método.*
Volume recomendado: *—— l volume de ar a utilizar como amostra em litros.*

ANÁLISE

Informação sobre as condições da preparação da amostra e da determinação instrumental.
Preparação: *descrição do tratamento da amostra.*
Técnica analítica: *descrição das características fundamentais da técnica de análise.*

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Condições (temperatura, protecção da luz, etc.) nas quais se devem realizar o transporte e o armazenamento das amostras a fim de conservar a sua integridade. Indicação do tempo máximo que pode decorrer até à realização da análise nas condições especificadas.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Nesta secção, indicam-se os valores das características de funcionamento obtidos no processo de validação do método: precisão, desvio e incerteza global, expressos em percentagem. Nos métodos cromatográficos, inclui-se também a eficácia de dessorção em percentagem. Se a informação disponível for incompleta ou se tiver sido necessário introduzir modificações no método ou em qualquer outra circunstância, registam-se as observações pertinentes na rubrica «Outras informações úteis». A informação é diferente consoante o organismo emissor do método e por isso foi necessário calcular de novo alguns valores.

Precisão: —%
Desvio: —%
Incerteza global: —%

2005-1599_PT.indd 131 17-10-2006 16:16:19

NOME DO AGENTE QUÍMICO
Nome do agente químico da lista de VL da Directiva 2000/39/CE seguido, por vezes, do sinónimo mais utilizado.

N.º CAS: *N.º de registo do Chemical Abstract Service*

FICHA N.º --
Número de ordem da lista de VL

Data da elaboração ou da última actualização

VL (8 h): ----- mg/m³, ----- ppm
Valores-limite de exposição profissional indicativos previstos no anexo da Directiva 2000/39/CE

VL (CURTO PRAZO): ----- mg/m³, ----- ppm

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Avaliação do grau de dificuldade e do custo económico segundo os critérios referidos na secção 2.3.

GRAU DE DIFICULDADE: *aplicação simples, aplicação complexa, aplicação muito complexa.*
Aplicação simples, se se observarem as características indicadas na secção 2.3, e aplicação complexa e aplicação muito complexa, se não se observarem 2 ou mais de 2 das condições anteriores. (Por exemplo, exige um suporte de captação impregnado que não está comercializado).
CUSTO ECONÓMICO: *baixo, médio, elevado.*
Custo obtido apenas por estimativa dos preços do mercado para os equipamentos necessários à recolha das amostras e à análise.

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Informação sobre a possibilidade de utilizar o método para os VL de curto prazo.
Informações esclarecedoras sobre as características técnicas do método e a sua aplicabilidade. Consoante o caso, poderá incluir algumas ou todas as rubricas a seguir indicadas:

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Intervalo de concentrações para o qual o método está validado, indicando a concordância com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL em referência ao valor-limite actual para 8 horas. Informação sobre as condições em que se realizaram os ensaios de validação e se obtiveram a precisão, o desvio, a eficácia de dessorção (quando aplicável) e o estudo relativo ao armazenamento das amostras.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO

Descrição da possibilidade de adequação do volume de amostragem para que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Inclui-se esta rubrica naqueles casos em que o intervalo de concentrações no qual o método foi validado não coincide, na totalidade ou em parte, com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS E NOTAS

Informações adicionais, advertências e notas de interesse sobre a utilização do método de medição.

REFERÊNCIAS

Referências bibliográficas relativas ao método correspondente à informação contida na ficha (método «recomendado»).
[1]
[2]

OUTROS MÉTODOS

Referências relativas a outros métodos publicados, equivalentes ou diferentes, incluindo informação sobre os dados relevantes de métodos equivalentes que podem complementar o recomendado e sobre as alternativas de recolha de amostra e análise oferecidas pelos métodos diferentes.
A numeração das referências dá sequência à da rubrica anterior «Referências».
[3]
[4]
...

2005-1599_PT.indd 132 17-10-2006 16:16:20

Quadro A5.3 Resumo dos métodos de recolha de amostras e análise para as substâncias da Directiva 2000/39/CE

Ficha n.º	Nome do agente químico	Intervalo 0,1VL-2VL mg/m³	Intervalo validado mg/m³	Método Instituição – Referência	Observações
1	Éter dietílico	30 – 616	125 – 2470	INSHT – MA 047/A01	
2	Acetona	121 – 2420	130 – 2560	INSHT – MA 031/A96	
3	Clorofórmio	1 – 20	5 – 113	INSHT – MA 042/A99	
4	1,1,1-tricloroetano	55 – 1110	127 – 3816	INSHT – MA 013/R87	
5	Etilamina	0,94 – 18,8	-- – 20	OSHA – Method 36	Não aplicável de 0,1 VL a 0,5 VL
6	1,1-dicloroetano	41,2 – 824	38 – 835	INSHT – MA 043/A99	
7	Fosgénio	0,008 – 0,16	-- – 1,6	OSHA – Method 61	Não aplicável
8	Clorodifluorometano	360 – 7200	1780 – 6890	NIOSH – Method 1018-1	
9	Butanona	60 – 1200	58 – 1150	INSHT – MA 031/A96	
10	Ácido propiónico	3,1 – 62	–	OSHA – IMIS 2168	Não validado
11-1 11-2	o-Xileno	22,1 – 442	22 – 450 -- 96 --	INSHT – MA 030/A92 OSHA – Method 1002	Método validado para o p-xileno (ficha n.º 19)
12	1,2-diclorobenzeno	12,2 – 244	12 – 225	INSHT – MA 053/A02	
13	1,2,4-trimetilbenzeno	10 – 200	16 – 310	INSHT – MA 030/A92	
14	Cumeno	10 – 200	120 – 479	OSHA – Method 1501	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado.
15	2-fenilpropeno	24,6 – 492	236 – 943	NIOSH – Method 1501	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado.
16-1 16-2	Ethylbenzol	44,2 – 884	49 – 942 -- 73 --	INSHT – MA 030/A92 OSHA – Method 1002	
17	e-caprolactama (pó e vapor)	1 – 20	–	OSHA – Method PV 2012	Não validado
18	3-heptanona	9,5 – 190	100 – 463	NIOSH – Method 1301	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado.
19-1 19-2	p-xileno	22,1 – 442	50 – 850 -- 90 --	INSHT – MA 030/A92 OSHA – Method 1002	
20	1,4-diclorobenzeno	12,2 – 244	208 – 831	NIOSH – Method 1003	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado. Intervalo não confirmado.

2005-1599_PT.indd 133 17-10-2006 16:16:20

Ficha n.º	Nome do agente químico	Intervalo 0,1VL-2VL mg/m³	Intervalo validado mg/m³	Método Instituição – Referência	Observações
21	Álcool alílico	0,48 – 9,6	1,8 – 8,4	NIOSH – Method 1402	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado.
22	Etilenoglicol	5,2 – 104	–	OSHA – Method PV 2024	Parcialmente validado
23	1-metoxi-2-propanol	37,5 – 750	32 – 760	INSHT – MA 017/A89	
24	4-metil-2-pentanona	8,3 – 166	22 – 440	INSHT – MA 031/A96	
25 – 1 25 – 2	m-xileno	22,1 – 442	50 – 850 48 – --	INSHT – MA 030/A92 OSHA – Method 1002	Método validado para o p-xileno (ficha n.º 19)
26	Acetato de 1-metil-2-metioxetilo	27,5 – 450	2 – 50	INSHT – MA 024/A92	
27	Mesitileno (trimetilben-zenos)	10 – 200	16 – 310	INSHT – MA 030/A92	Método validado para 1,2,4-trimetilbenzeno (ficha n.º 13)
28	Clorobenzeno	4,7 – 94	4,5 – 95	INSHT – MA 042/A99	
29	Ciclohexanona	4,08 – 81,6	9,8 – 188	INSHT – MA 052/A02	
30	Fenol	0,78 – 15,6	1,8 – 43	INSHT – MA 040/A98	
31	Tetra-hidrofurano	15 – 300	13 – 270	INSHT – MA 049/A01	
32	5-metil-2-hexanona	9,5 – 190	2,29 – --	OSHA – Method PV 2042	Parcialmente validado
33	2-heptanona	23,8 – 476	197 – 925	NIOSH – Method 1301	Armazenamento não estudado. Efeito da humidade não estudado.
34	Piperazina	0,01 – 0,2	–	OSHA – IMIS P 250	Não validado
35	2-butoxietanol	9,8 – 196	-- 96 --	OSHA – Method 83	
36	Acetato de 2-butoxietilo	13,3 – 266	5 – 300	DFG – AHSA Vol. 2	Efeito da humidade não estudado. Falta informação sobre o desvio e o armazenamento.
37	Éter dimetílico	192 – 3840	190 – 3850	INSHT – MA 047/A01	
38	1,2,4-triclorobenzeno	1,51 – 30,2	0,002 – 100	NIOSH – Method 5517	Efeito da humidade não estudado
39	Trietilamina	0,84 – 16,8	-- – 96	OSHA – Method PV 2060	Parcialmente validado
40	Acetato de isopentilo	27 – 540	24 – 550	INSHT – MA 041/A99	
41	Dimetilamina	0,38 – 7,6	7,3 – 30,6	NIOSH – Method 2010	Não aplicável

2005-1599_PT.indd 134 17-10-2006 16:16:21

Ficha n.º	Nome do agente químico	Intervalo 0,1VL-2VL mg/m³	Intervalo validado mg/m³	Método Instituição – Referência	Observações
42	N,n-dimetilacetamida	3,6 – 72	18 – 105	NIOSH – Method 2004	Efeito de humidade não estudado. Não há informação sobre o desvio.
43	Acrilato de n-butilo	1,1 – 22	-- – 56	OSHA – Method PV 2011	Parcialmente validado
44	n-heptano	208,5 – 4170	134 – 2955	INSHT – MA 029/A92	
45	1,2,3-trimetilbenzeno	10 – 200	15 – 310	INSHT – MA 030/A92	Método validado para 1,2,4-trimetilbenzeno (ficha n.º 13)
46	5-metil-3-heptanona	5,3 – 106	57 – 272	NIOSH – Method 1301	Efeito da humidade não estudado. Armazenamento não estudado.
47	Acetato de 1-metilbutilo	27 – 540	24 – 550	INSHT – MA 041/A99	Método validado para o acetato de isopentilo (ficha n.º 40)
48	Acetato de pentilo	27 – 540	24 – 550	INSHT – MA 041/A99	Método validado para o acetato de isopentilo
49	Acetato de 3-pentilo	27 – 540	24 – 550	INSHT – MA 041/A99	Método validado para o acetato de isopentilo
50	Acetato de terc-amilo	27 – 540	24 – 550	INSHT – MA 041/A99	Método validado para o acetato de isopentilo
51	Xileno, mistura de isómeros, puro	22,1 – 442	50 – 850	INSHT – MA 030/A92	Método validado para o p-xileno (ficha n.º 19)
52	Sulfotep	0,01 – 0,2	-- – --	NIOSH – Method 5600	Método validado para outros pesticidas organofosforados
53	Ácido fluorídrico	0,15 – 3	(75 – 300)*	HSE – MDHS 35/2	Faltam as condições de armazenamento
54-1 54-2	Prata metálica	0,01 – 0,2	(1 – 4)* (2,2 – 10,1)*	OSHA – Method ID-121 OSHA – Method ID-206	
55	Ácido clorídrico	0,8 – 16	0,14 – 14	NIOSH – Method 7903	Volume de amostragem sem confirmação. Não existem dados de desvio.
56	Ácido ortofosfórico	0,1 – 2	(42 – 840)*	DFG – AHSA Vol. 6	
57	Amoníaco, anidro	1,4 – 28	21,8 – 72,2	OSHA – Method ID-188	

2005-1599_PT.indd 135 17-10-2006 16:16:22

Ficha n.º	Nome do agente químico	Intervalo 0,1VL-2VL mg/m³	Intervalo validado mg/m³	Método Instituição – Referência	Observações
58	Flúor	0,158 – 3,16	-- – --	OSHA – IMIS 1270	Não validado
59	Hidreto de selénio	0,007 – 0,14	-- – --	OSHA – IMIS 1474	Não validado
60	Ácido bromídrico	6,7 (VL de curto prazo)	2 – 20	NIOSH – Method 7903	Não aplicável a amostragens de 15 min
61	Azida de sódio	0,01 – 0,2	0,15 – 0,71	OSHA – Method ID-211	
62	(Metil-2-metoxietoxi)–-propanol	30,8 – 616	-- – 606	OSHA – Method 101	
63	Fluoretos inorgânicos	0,25 – 5	G#: (7,5 – 300)* P#: (36 – 4800)*	HSE – MDHS 35/2	

* *Os intervalos entre parêntesis são dados em microgramas por amostra. Nestes casos os testes de validação foram realizados com amostras adicionadas.*

G= Fluoretos gasosos. P = Fluoretos particulados.

2005-1599_PT.indd 136 17-10-2006 16:16:22

Quadro A5.4 Índice por n.º de ficha e n.º CAS

Ficha n.º	N.º CAS	Nome do agente químico
1	60-29-7	Éter dietílico
2	67-64-1	Acetona
3	67-66-3	Clorofórmio
4	71-55-6	1,1,1- Tricloroetano
5	75-04-7	Etilamina
6	75-34-3	1,1- Dicloroetano
7	75-44-5	Fosgénio
8	75-45-6	Clorodifluorometano
9	78-93-3	Butanona
10	79-09-4	Ácido propiónico
11	95-47-6	O-xileno
12	95-50-1	1,2- Diclorobenzeno
13	95-63-6	1,2,4- Trimetilbenzeno
14	98-82-8	Cumeno
15	98-83-9	2- Fenilpropeno
16	100-41-4	Etilbenzeno
17	105-60-2	*e*- Caprolactama (pó e vapor)
18	106-35-4	3-heptanona
19	106-42-3	*p*- Xileno
20	106-46-7	1,4- Diclorobenzeno
21	107-18-6	Álcool alílico
22	107-21-1	Etilenoglicol
23	107-98-2	1- Metoxi-2-propanol
24	108-10-1	4- Metil-2-pentanona
25	108-38-3	*m*- Xileno
26	108-65-6	Acetato de 1-metil-2-metioxetilo
27	108-67-8	Mesitileno (Trimetilbenzenos)
28	108-90-7	Clorobenzeno
29	108-94-1	Ciclohexanona
30	108-95-2	Fenol
31	109-99-9	Tetra-hidrofurano
32	110-12-3	5- Metil-2-hexanona
33	110-43-0	2-heptanona
34	110-85-0	Piperazina
35	111-76-2	2- Butoxietanol
36	112-07-2	Acetato de 2-butoxietilo
37	115-10-6	Éter dimetílico
38	120-82-1	1,2,4- Triclorobenzeno
39	121-44-8	Trietilamina
40	123-92-2	Acetato de Isopentilo

2005-1599_PT.indd 137 17-10-2006 16:16:22

Ficha n.º	N.º CAS	Nome do agente químico
41	124-40-3	Dimetilamina
42	127-19-5	N,n-dimetilacetamida
43	141-32-2	Acrilato de N-butilo
44	142-82-5	N-heptano
45	526-73-8	1,2,3- Trimetilbenzeno
46	541-85-5	5- Metil-3-heptanona
47	626-38-0	Acetato de 1-metilbutilo
48	628-63-7	Acetato de pentilo
49	620-11-1	- Acetato de 3-pentilo
50	625-16-1	Acetato de Terc-amilo
51	1330-20-7	Xileno, misture de isómeros, puro
52	3689-24-5	Sulfotep
53	7664-39-3	Ácido fluorídrico
54	7440-22-4	Prata metálica
55	7647-01-0	Ácido clorídrico
56	7664-38-2	Ácido ortofosfórico
57	7664-41-7	Amoníaco, anidro
58	7782-41-4	Flúor
59	7783-07-5	Hidreto de selénio
60	10035-10-6	Ácido bromídrico
61	26628-22-8	Azida de sódio
62	34590-94-8	(Metil-2-metoxietoxi)-propanol
63	----	Fluoretos inorgânicos

2005-1599_PT.indd 138 17-10-2006 16:16:23

Quadro A5.5 Índice alfabético

Nome do agente químico	N.º CAS	Ficha n.º
Acetato de 2-butoxietilo	112-07-2	36
Acetato de 1-metil-2-metoxietilo	108-65-6	26
Acetato de 1-metilbutilo	626-38-0	47
Acetato de 3-pentilo	620-11-1	49
Acetato de isopentilo	123-92-2	40
Acetato de pentilo	628-63-7	48
Acetato de terc-amilo	625-16-1	50
Acetona	67-64-1	2
Ácido bromídrico	10035-10-6	60
Ácido fluorídrico	7664-39-3	53
Ácido ortofosfórico	7664-38-2	56
Ácido propiónico	79-09-4	10
Acrilato de n-butilo	141-32-2	43
Álcool alílico	107-18-6	21
Amoníaco, anidro	7664-41-7	57
Azida de sódio	26628-22-8	61
Butanona	78-93-3	9
2- Butoxietanol	111-76-2	35
e- Caprolactama (pó e vapor)	105-60-2	17
Ciclohexanona	108-94-1	29
Clorobenzeno	108-90-7	28
Clorodifluorometano	75-45-6	8
Clorofórmio	67-66-3	3
Ácido clorídrico	7647-01-0	55
Cumeno	98-82-8	14
1,2- Diclorobenzeno	95-50-1	12
1,4- Diclorobenzeno	106-46-7	20
1,1- Dicloroetano	75-34-3	6
Éter dietílico	60-29-7	1
Éter dimetílico	115-10-6	37
N,n- Dimetilacetamida	127-19-5	42
Dimetilamina	124-40-3	41
Etilamina	75-04-7	5
Etilbenzeno	100-41-4	16
Etilenoglicol	107-21-1	22
2- Fenilpropeno	98-83-9	15
Fenol	108-95-2	30
Flúor	7782-41-4	58
Fluoretos inorgânicos	----	63
Fosgénio	75-44-5	7

2005-1599_PT.indd 139 17-10-2006 16:16:23

Nome do agente químico	N.º CAS	Ficha n.º
2 Heptanona	110-43-0	33
3- Heptanona	106-35-4	18
n- Heptano	142-82-5	44
Mesitileno (trimetilbenzenos)	108-67-8	27
5- Metil-3-heptanona	541-85-5	46
(Metil-2-metoxietoxi)-propanol	34590-94-8	62
5- Metil-2-hexanona	110-12-3	32
4- Metil-2-pentanona	108-10-1	24
1- Metoxi-2-propanol	107-98-2	23
Piperazina	110-85-0	34
Prata metálica	7440-22-4	54
Hidreto de selénio	7783-07-5	59
Sulfotep	3689-24-5	52
Tetra-hidrofurano	109-99-9	31
1,2,4- Triclorobenzeno	120-82-1	38
1,1,1- Tricloroetano	71-55-6	4
Trietilamina	121-44-8	39
1,2,3- Trimetilbenzeno	526-73-8	45
1,2,4- Trimetilbenzeno	95-63-6	13
m- Xileno	108-38-3	25
o- Xileno	95-47-6	11
p- Xileno	106-42-3	19
Xileno, mistura de isómeros, puro	1330-20-7	51

2005-1599_PT.indd 140 17-10-2006 16:16:24

ÉTER DIETÍLICO
N.º CAS: 60-29-7

FICHA N.º 1
Outubro 2004

VL (8 h): 308 mg/m³, 100 ppm

VL (CURTO PRAZO): 616 MG/M³, 200 PPM

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 8 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se o éter dietílico com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de éter dietílico na atmosfera, num intervalo de concentração de 30 mg/m³ a 620 mg/m³, para amostras de 8 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros éteres tais como o éter diisopropílico e o éter metil-ter-butílico [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 8 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100% (CV = 1,7%)
Precisão: 1,2%
Desvio: –5,2%
Incerteza global: 7,6%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de éter dietílico recolhida será de 1 850 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 141 17-10-2006 16:16:24

ÉTER DIETÍLICO **N.º CAS: 60-29-7**	**FICHA N.º 1** **Outubro 2004**
VL (8 h): 308 mg/m³, 100 ppm	**VL (CURTO PRAZO):** **616 MG/M³, 200 PPM**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 125 mg/m³ a 2 470 mg/m³. Este intervalo **não** coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 2 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 125 mg/m³ a 2 470 mg/m³ de éter dietílico, equivalentes a 250 µg/amostra e 5 000 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 230 µg/amostra a 4 200 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método é validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **8 l,** com um caudal compreendido entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de éteres I (éter dietílico; éter diisopropílico; éter metil-ter-butílico) na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–047/A01.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Ethyl Ether.* METHOD 1610 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 142 17-10-2006 16:16:24

ACETONA
N.º CAS: 67-64-1

FICHA N.º 2
Outubro 2004

VL (8 h): 1210 mg/m³, 500 ppm

VL (CURTO PRAZO):

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 1 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se a acetona com dimetilformamida e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de acetona na atmosfera, num intervalo de concentração de 130 mg/m³ a 2 570 mg/m³, para amostras de 1 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como a metiletilcetona e a metilisobutilcetona [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0, 05 l/min
Volume recomendado: 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de dimetilformamida.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 101,1% (CV = 3,9%)
Precisão: 2,6%
Desvio: -6,7%
Incerteza global: 11,9%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

2005-1599_PT.indd 143 17-10-2006 16:16:24

ACETONA **N.º CAS: 67-64-1**	**FICHA N.º 2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 1210 mg/m³, 500 ppm	**VL (CURTO PRAZO):**

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 130 mg/m³ a 2 560 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 1 l de ar, captadas a 0,05 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 130 mg/m³ a 2 560 mg/m³ de acetona equivalentes a 130 µg/amostra e 2 600 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 35 amostras no intervalo de 140 µg/amostra a 5 000 µg/ /amostra.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Não deve utilizar-se carvão activado para amostragem de acetona devido aos problemas de estabilidade que se colocam [2] [3].

Pode utilizar-se como sistema de captação alternativo o tubo adsorvente de Carbosieve S-III [4].

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de Cetonas (acetona, metiletilcetona, metilisobutilcetona) na atmosfera. Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia gasosa.* MTA/MA — 031/A96.

OUTROS MÉTODOS

[2] Carl J. Elskamps e col. *«An alternate sampling and analytical method for 2-butanone».* Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 44 (3), 201 (1983).
[3] J. O. Levin e col. *«Evaluation of solids sorbents for sampling ketones in work-room air».* Ann. Oc-cup. Hyg., 31 (1), 31 (1987).
[4] OSHA. *Acetone.* METHOD 69 *[Tubo de Carbosieve S-III/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 144 17-10-2006 16:16:24

CLOROFÓRMIO (TRICLOROMETANO)
N.º CAS: 67-66-3

FICHA N.º 3
Outubro 2004

VL (8 h): 10 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO):

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 60 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,2 l/min e 0,3 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se o clorofórmio com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de clorofórmio na atmosfera, num intervalo de concentração de 1 mg/m³ a 20 mg/m³, para amostras de 60 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos clorados tais como o tetracloreto de carbono e o clorobenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0, 2 l/min e 0,3 l/min
Volume recomendado: 60 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,2% (CV = 3,9%)
Precisão: 4%
Desvio: 4,4%
Incerteza global: 12,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações de 5 mg/m³ a 113 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.
A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 15 l de ar, captadas a 0,3 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 5 mg/m³ a 113 mg/m³ de clorofórmio, equivalentes a 75 µg/amostra e 1 700 µg/amostra.
A eficácia da dessorção corresponde à média de 34 amostras no intervalo de 77 µg/amostra a 2 140 µg/amostra.

2005-1599_PT.indd 145 17-10-2006 16:16:25

CLOROFÓRMIO (TRICLOROMETANO) **N.º CAS: 67-66-3**	**FICHA N.º 3** **Outubro 2004**
VL (8 h): 10 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO):**

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **60 l**, com um caudal compreendido entre 0,2 l/min e 0,3 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos clorados II (tetracloreto de carbono, clorofórmio, clorobenzeno) na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–042/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Chloroform* METHOD 5 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

[3] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated* METHOD 1003 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 146 17-10-2006 16:16:25

1,1,1-TRICLOROETANO (Metil clorofórmio)
N.º CAS: 71-55-6

FICHA N.º 4
Outubro 2004

VL (8 h): 555 mg/m³, 100 ppm

VL (CURTO PRAZO): 1 110 mg/m³, 200 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 17 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser armazenada durante 14 dias à temperatura ambiente. Dessorve-se o 1,1,1-tricloroetano com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,1,1-tricloroetano na atmosfera, num intervalo de concentração de 55 mg/m³ 1 110 mg/m³, para amostras de 17 l de ar [1].
Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos clorados tais como o tricloroetileno e o tetracloroetileno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 17 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,2% (CV = 2,2%)
Precisão: 2,4%
Desvio: -3,4%
Incerteza global: 8,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 1,1,1-tricloroetano recolhida será de 3 330 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 147 17-10-2006 16:16:25

1,1,1-TRICLOROETANO (Metil clorofórmio)
N.º CAS: 71-55-6

FICHA N.º 4
Outubro 2004

VL (8 h): 555 mg/m³, 100 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 1 110 mg/m³, 200 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 127 mg/m³ a 3 816 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 5 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com 40% de humidade, num intervalo de concentração de 127 mg/m³ a 3 816 mg/m³ de 1,1,1-tricloroetano, equivalentes a 640 µg/amostra e 19 100µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 15 amostras no intervalo de 940 µg/amostra a 19 140 µg/ /amostra.

Também se realizaram ensaios interlaboratoriais, de acordo com a norma ISO 5725.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem utilizar-se amostrar de pelo menos **17 l**, com um caudal compreendido entre 0,1 l/min e 0,2 l/ /min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos clorados (tricloroetileno, tetracloroetileno, 1,1,1-tricloroetano) na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–013/R87.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. 1,1,1– *Trichloroethane Analysis Hazardous* Substances in air. Vol. 3, p. 165 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

[3] OSHA. 1,1,1– *Trichloroethane.* METHOD 14 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

[4] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated* METHOD 1003 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 148 17-10-2006 16:16:25

ETILAMINA
N.º CAS: 75-04-7

FICHA N.º 5
Outubro 2004

VL (8 h): 9,4 mg/m³, 5 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 20 l de ar através de um tubo cheio de 80/40 mg de XAD-7 impregnado de 10% NBD cloreto (7-cloro-4-nitrobenzo-2-oxa 1,3-diazol) por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se a etilamina com uma solução de tetra-hidrofurano com 5% de NBD cloreto e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo líquido equipado com detector de fluorescência e/ou visível.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método não pode ser utilizado no intervalo de 0,1 VL a 0,5 VL (ver rubrica «outras informações úteis»). Este método pode ser utilizado para determinar a presença de etilamina na atmosfera, num intervalo de concentração de 5 mg/m³ (0,5 VL) a 19 mg/m³ (2 VL), para amostras de 20 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de XAD-7 impregnado de 10% NBD cloreto (7-cloro-4-nitrobenzo-2-oxa 1,3-diazol).
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,2 l/min
Volume recomendado: 20 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de tetra-hidrofurano contendo 5% (p/v) de NBD cloreto; aos quais se acrescenta 25 mg de CO_3HNa. Agita-se durante 30 minutos e aquece-se durante 2,5 h num banho de água a 60ºC. Deixa-se arrefecer antes de analisar.
Técnica analítica: cromatografia líquida com detector de fluorescência e coluna Waters Radial CN ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 82,7% (CV = 2,5%)
Precisão: 6,8%
Desvio: – 7,9%
Incerteza global: 21,5%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O tubo adsorvente utilizado não está comercializado. A impregnação deverá ser efectuada pelo utilizador.

2005-1599_PT.indd 149 17-10-2006 16:16:26

ETILAMINA
N.º CAS: 75-04-7

FICHA N.º 5
Outubro 2004

VL (8 h): 9,4 mg/m³, 5 ppm

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 20 mg/m³ (2 VL). Este valor coincide com o limite superior do intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.
A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 10 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com 80% de humidade, e a uma concentração de 20 mg/m³, o que equivale a 200 µg/ /amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 92 µg/amostra a 370 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de 92 µg/amostra a 370 µg/amostra no qual o método foi estudado.

Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **100 l**, para concentrações na atmosfera entre 0,1 VL (0,9 mg/ /m³), e 0,5 VL (4,7 mg/m³), e **20 l** para concentrações na atmosfera entre 0,5 VL (4,7 mg/m³) e 2 VL (19 mg/m³) com um caudal de 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permitiria associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações de 0,5 VL a 2 VL.

NOTA

Tratando-se de um sistema de captação que inclui um processo de derivação, qualquer alteração ao método deverá ser comprovada.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Ethylamine* METHOD 36.

2005-1599_PT.indd 150 17-10-2006 16:16:26

1,1-DICLOROETANO
N.º CAS: 75-34-3

FICHA N.º 6
Outubro 2004

VL (8 h): 412 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 4 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se o 1,1-dicloroetano com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,1-dicloroetano na atmosfera, num intervalo de concentração de 38 mg/m³ a 835 mg/m³, para amostras de 4 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos clorados tais como o 1,2-dicloroetano e o 1,2-dicloropropano [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 4 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100,1% (CV = 0,9%)
Precisão: 1,7%
Desvio: - 7,9%
Incerteza global: 11,3%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 38 mg/m³ a 835 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 151 17-10-2006 16:16:26

1,1-DICLOROETANO **N.º CAS: 75-34-3**	**FICHA N.º 6** **Outubro 2004**
VL (8 h): 412 mg/m³, 100 ppm	

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 4 l de ar, captadas a 0,1 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 38 mg/m³ a 835 mg/m³ de 1,1-dicloroetano, equivalentes a 150 µg/amostra e 3 340 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 22 amostras no intervalo de 120 µg/amostra a 3 000 µg/ /amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos clorados III na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/ /Cromatografia gasosa.* MTA/MA 043/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated Hydrocarbons, Halogenated METHOD 1003 [Tubo de carvão activado/ /Cromatografia gasosa (FID)] [Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 152 17-10-2006 16:16:26

FOSGÉNIO (Cloreto de carbonilo)
N.º CAS: 75-44-5

FICHA N.º 7
Outubro 2004

VL (8 h): 0,08 mg/m³, 0,02 ppm

VL (CURTO PRAZO): 0,4 mg/m³, 0,1 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 240 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de XAD-2 impregnado de 2-HMP [2-(hidroximetil) piperidina] por meio de uma bomba de amostragem com um caudal de 1 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se o fosgénio com tolueno e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detec-tor selectivo de fósforo-azoto.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método não pode ser aplicado no intervalo de 0,1 VL a 2 VL (ver rubrica «outras informações úteis»).

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de fosgénio na atmosfera, num intervalo de concentração de 0,2 mg/m³ (2,5 VL) a 0,8 mg/m³ (10 VL), para amostras de 240 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de XAD-2 impregnado de 2-HMP [2-(hidroximetil) piperidina]
Bomba de amostragem: individual polivalente
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: 240 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção durante 1 hora com 1 ml de tolueno.
Técnica analítica: Gcromatografia gasosa com detector fósforo-azoto, e coluna de vidro com 10% UCON 50-HB-5100 com 2% KOH ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 19 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 94,9% (CV = 2,0%)
Precisão: 3,2%
Desvio: 2,8%
Incerteza global: 9,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está comprovada a aplicabilidade do método para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (1 l/min), a quantidade de fosgénio recolhida será de 6 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

Recomenda-se que se mantenham as amostras-padrão durante 16 horas à temperatura ambiente antes de se proceder à análise.

2005-1599_PT.indd 153 17-10-2006 16:16:26

FOSGÉNIO (Cloreto de carbonilo) **N.º CAS: 75-44-5**	**FICHA N.º 7** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,08 mg/m³, 0,02 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 0,4 mg/m³, 0,1 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 1,6 mg/m³ (20 VL). Este valor não está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.
A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 60 l de ar, captadas a 1 l/min em atmosferas geradas, com 61% de humidade, e a uma concentração de 1,6 mg/m³, o que equivale a 96 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 53 µg/amostra a 196 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, seria necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de 53 µg/amostra a 196 µg/amostra no qual o método foi estudado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **6 600 l**, para concentrações na atmosfera entre 0,1 VL (53 µg/amostra) e 0,4 VL (211µg/amostra), e **1 300 l** para concentrações na atmosfera entre 0,5 VL (52 µg/amostra) e 2 VL (208 µg/amostra) com um caudal de 1 l/min, o que torna inviável a sua aplicação.

Por isso, **não** é possível associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

NOTA

Tratando-se de um sistema de captação que inclui um processo de derivação, qualquer alteração ao método deverá ser comprovada, visto estar demonstrado que a humidade, o tipo de amostrador e o caudal afectam a capacidade de captação do amostrador.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Phosgene.* METHOD 61.

OUTROS MÉTODOS

[1] James P. Hendershott. *The simultaneous determination of chloroformates and phosgene at low concentrations en air using a solid sorbent sampling-gas chromatographic procedure***.** Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 47(12), S. 742-746 (1986).

2005-1599_PT.indd 154 17-10-2006 16:16:27

CLORODIFLUOROMETANO (Freon 22)
N.º CAS: 75-45-6

FICHA N.º 8
Outubro 2004

VL (8 h): 3 600 mg/m³, 1 000 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um conjunto de dois tubos cheios com (400/200 mg) e (100/50 mg) de carvão activado, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,025 l/min. A amostra deve ser imediatamente conservada no frigorífico. Dessorve-se o clorodifluorometano com cloreto de metileno e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de clorodifluorometano na atmosfera, num intervalo de concentração de 360 mg/m³ a 7 200 mg/m³, para amostras entre 5 l e 1 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: dois tubos de carvão activado (400/200 mg) e (100/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0, 025 l/min
Volume recomendado: 5 l e 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 20 ml de cloreto de metileno
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar DB-1 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Depois de concluída a amostragem, as amostras devem ser conservadas imediatamente no frigorífico e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,5% (CV = 5,5%)
Precisão: 5,5%
Desvio: 1,2%
Incerteza global: 12,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 1 780 mg/m³ a 6 970 mg/m³. Este intervalo **não** coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio do método correspondem a amostras geradas com uma humidade relativa de 80% e num intervalo de concentração de 1 780 mg/m³ a 6 970 mg/m³.

A eficácia da dessorção corresponde a amostras no intervalo de 530 µg/amostra a 10 400 µg/amostra.

2005-1599_PT.indd 155 17-10-2006 16:16:27

CLORODIFLUOROMETANO (Freon 22)
N.º CAS: 75-45-6

FICHA N.º 8
Outubro 2004

VL (8 h): 3 600 mg/m³, 1 000 ppm

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **5 l**, para concentrações de 0,1 VL (360 mg/m³) a 0,5 VL (1 800 mg/m³), e 1 l para concentrações de 0,5 VL (1 800 mg/m³) a 2 VL (7 200 mg/m³) com um caudal de 0,025 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Chlorodifluoromethane* METHOD 1018-1.

[2] SEYMOUR, M. J. *Evaluation of sampling and analytical methods for the determination of chlorodifluoromethane in air*. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 54(5):253-259 (1993).

2005-1599_PT.indd 156 17-10-2006 16:16:27

2-BUTANONA (Metiletilcetona)
N.º CAS: 78-93-3

FICHA N.º 9
Outubro 2004

VL (8 h): 600 mg/m³, 200 ppm

VL (CURTO PRAZO): 900 mg/m³, 300 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 1 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se a 2-butanona com dimetilformamida e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 2-butanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 58 mg/m³ a 1 150 mg/m³, para amostras de 1 l de ar.

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como a acetona e a metilisobutilcetona [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0, 05 l/min
Volume recomendado: 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de dimetilformamida
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 101,8% (CV = 3,6%)
Precisão: 3,3%
Desvio: – 5,1%
Incerteza global: 11,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,05 l/min), a quantidade de 2-butanona recolhida será de 675 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 58 mg/m³ a 1 150 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 157 17-10-2006 16:16:27

2-BUTANONA (Metiletilcetona) **N.º CAS: 78-93-3**	**FICHA N.º 9** **Outubro 2004**
VL (8 h): 600 mg/m³, 200 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 900 mg/m³, 300 ppm**

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 1 l de ar, captadas a 0,05 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 58 mg/m³ a 1 150 mg/m³ de 2-butanona, equivalentes a 58 µg/amostra e 1 150 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 35 amostras no intervalo de 63 µg/amostra a 2 000 µg/ /amostra.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Não deve utilizar-se carvão activado para recolher amostras de 2-butanona devido aos problemas de estabilidade que se colocam [2] [3].

Pode utilizar-se como sistema de amostragem alternativo o tubo adsorvente de Carbosieve S-III [5], Anasorb 747 [6], ou Anasorb CMS [7].

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de cetonas (acetona, metiletilcetona, metilisobutilcetona) na atmosfera Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–031/A96.

OUTROS MÉTODOS

[2] Carl J. Elskamps e col. «*An alternate sampling and analytical method for 2-butanone*». Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 44 (3), 201 (1983).

[3] J. O. Levin e col. «*Evaluation of solids sorbents for sampling ketones in work-room air*». Ann. Oc-cup. Hyg., 31 (1), 31 (1987).

[4] OSHA. *2-Butanone*. METHOD 16 *[Tubo de gel de sílica/Cromatografia gasosa (FID)]*.

[5] OSHA. *2-Butanone* METHOD 84 *[Tubo de Carbosieve S-III/Cromatografia gasosa (FID)]*.

[6] NIOSH. Methyl *Ethyl Ketone* METHOD 2500 *[Tubo de Anasorb 747/Cromatografia gasosa (FID)]*.

[7] OSHA. *2-Butanone* METHOD 1004 *[Tubo de Anasorb CMS/Cromatografia gasosa (FID)]*.

[8] INRS. *Cetones I.* FICHA 020 *[Tubo de Carboxen 1000/Cromatografia gasosa (FID)]*.

2005-1599_PT.indd 158 17-10-2006 16:16:28

ÁCIDO PROPIÓNICO
N.º CAS: 79-09-4

FICHA N.º 10
Outubro 2004

VL (8 h): 31 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 62 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 18 l de ar através de um tubo cheio de gel de sílica (520/260 malhas) por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,2 l/min. Dessorve-se o ácido propiónico com uma solução de acetona-água (1:1) e analisa-se num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama ou por cromatografia iónica com detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não determinado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de gel de sílica (520/260 malhas)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0, 2 l/min
Volume recomendado: 18 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com uma solução de acetona-água (1:1).
Técnica analítica: cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama ou cromatografia iónica com detector de condutividade.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: não existem dados disponíveis
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Chemical Sampling Information Propionic Acid*. IMIS: 2168.

2005-1599_PT.indd 159 17-10-2006 16:16:28

2005-1599_PT.indd 160 17-10-2006 16:16:28

o-XILENO
N.º CAS: 95-47-6

FICHA N.º 11-1
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o o-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de o-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o p-xileno, o etilbenzeno, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO (ver rubrica: outras informações úteis)

Eficácia da dessorção: 98,5% (CV = 1%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -7,6%
Incerteza global: 10,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de o-xileno recolhida será de 1 326 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 161 17-10-2006 16:16:28

o-XILENO **N.º CAS: 95-47-6**	**FICHA N.º 11-1** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção, como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o p-xileno na validação do mesmo. Dado que o o-xileno, o m-xileno e o p-xileno têm o mesmo o valor-limite e pressupõe-se um comportamento similar na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para os três xilenos os mesmos dados de validação.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4- trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 162 17-10-2006 16:16:28

o-XILENO
N.º CAS: 95-47-6

FICHA N.º 11-2
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra com um amostrador passivo contendo 500 mg de anasorb 747. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 16 dias. Dessorve-se o o-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de o-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras captadas por difusão a uma velocidade de captação de 14,24 ml/min durante 240 minutos.

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o m-xileno, o p-xileno, o etilbenzeno e o xileno (mistura de isómeros) [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador passivo contendo 500 mg de anasorb 747
Velocidade de captação: 14,24 ml/min
Tempo de amostragem: 240 min

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar DB Wax ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 89,4% (CV = 3,2%)
Precisão: 0,3%
Desvio: -3,5%
Incerteza global: 4,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método **não** pode ser utilizado para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo.

2005-1599_PT.indd 163 17-10-2006 16:16:28

o-XYLOL **N.º CAS: 95-47-6**	**FICHA N.º 11-2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 96 mg/m³ (0,4 VL). Este valor está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

Os dados de precisão e desvio indicados na ficha correspondem a 3 amostras de 3,42 l, captadas numa atmosfera gerada com uma humidade relativa de 83% e a uma concentração de 96 mg/m³, o que equivale a 330 µg/amostra

A eficácia da dessorção corresponde ao valor médio de 35 amostras correspondentes a 1,075 µg/amostra, 73 µg/amostra, 146 µg/amostra, 292 µg/amostra, 728 µg/amostra, 1 456 µg/amostra e 2 913 µg/amostra.
O dado da velocidade de captação indicada só é válido para o amostrador passivo por difusão utilizado na validação (SKC 575-002).

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene*. METHOD 1002 *[amostrador passivo anasorb 747/Cromatografia gasosa (FID)]*.

2005-1599_PT.indd 164 17-10-2006 16:16:29

1,2-DICLOROBENZENO
N.º CAS: 95-50-1

FICHA N.º 12
Outubro 2004

VL (8 h): 122 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 306 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 20 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se o 1,2-diclorobenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,2-diclorobenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 12 mg/m³ a 230 mg/m³, para amostras de 20 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outro hidrocarboneto aromático clorado como o cloreto de benzilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 20 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Technik: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 89,8% (CV = 2,3%)
Precisão: 2,7%
Desvio: -4,7%
Incerteza global: 10,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 1,2-diclorobenzeno recolhida será de 918 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 165 17-10-2006 16:16:29

1,2-DICLOROBENZENO **N.º CAS: 95-50-1**	**FICHA N.º 12** **Outubro 2004**
VL (8 h): 122 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 306 mg/m³, 50 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 12 mg/m³ a 225 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 20 l de ar, tomadas de atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 12 mg/m³ a 225 mg/m³ de 1,2-diclorobenzeno, equivalentes a 240 µg/amostra e 4 500 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 250 µg/amostra a 4 800 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos clorados aromáticos (1,2-diclorobenzeno, cloreto de benzilo) na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–053/A02.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated* METHOD 1003 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 166 17-10-2006 16:16:29

1,2,4-TRIMETILBENZENO
N.º CAS: 95-63-6

FICHA N.º 13
Outubro 2004

VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 8 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o 1,2,4-trimetilbenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,2,4-trimetilbenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 10 mg/m³ a 200 mg/m³, para amostras de 8 l de ar.

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e o p-xileno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 8 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Máximo de 21 dias a 4ºC

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,8% (CV = 1%)
Precisão: 3,1%
Desvio: -7,5%
Incerteza global: 13,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

2005-1599_PT.indd 167 17-10-2006 16:16:29

1,2,4-TRIMETILBENZENO
N.º CAS: 95-63-6

FICHA N.º 13
Outubro 2004

VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 16 mg/m³ a 310 mg/m³. Este intervalo **não** coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 5 l de ar, tomadas de atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 16 mg/m³ a 310 mg/m³ de 1,2,4-trimetilbenzeno equivalentes a 80 µg/amostra e 1 550 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 15 amostras no intervalo de 90 µg/amostra a 1 500 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 8 l, com um caudal compreendido entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

2005-1599_PT.indd 168 17-10-2006 16:16:30

CUMENO (Isopropilbenzeno)
N.º CAS: 98-82-8

FICHA N.º 14
Outubro 2004

VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 250 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se o cumeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de cumeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 10 mg/m³ a 200 mg/m³ para amostras entre 80 l de ar e 14 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno, o xileno, o naftaleno, o α-metilestireno, o estireno, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: entre 80 l e 14 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 103,2% (CV = 2,2%)
Precisão: 4,2%
Desvio: 3,5%
Incerteza global: 11,9%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de cumeno recolhida será de 750 µg/amostra, quantidade não incluída mas próxima do intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 120 mg/m³ a 479 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 169 17-10-2006 16:16:30

CUMENO (Isopropilbenzeno) **N.º CAS: 98-82-8**	**FICHA N.º 14** **Outubro 2004**
VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 250 mg/m³, 50 ppm**

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 120 mg/m³ e 479 mg/m³ de cumeno, para amostras de 7 l de ar, equivalente a 840 µg/amostra e 3 353 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 860 µg/amostra a 3 460 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **80 l** para concentrações entre 0,1 VL (10 mg/m³) e 0,5 VL (20 mg/m³) e **14 l** para concentrações entre 0,5 VL (50 mg/m³) 2 VL (200 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Hydrocarbons, Aromatics* METHOD 1501.
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S. 23*. DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 170 17-10-2006 16:16:30

2-FENILPROPENO (α-metilestireno)
N.º CAS: 98-83-9

FICHA N.º 15
Outubro 2004

VL (8 h): 246 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 492 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se o 2-fenilpropeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 2-fenilpropeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 25 mg/m³ a 500 mg/m³ para amostras entre 25 l de ar e 6 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno, o xileno, o naftaleno, o cumeno, o estireno, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 25 l e 6 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 91,7% (CV = 1,5%)
Precisão: 4,8%
Desvio: -10,8%
Incerteza global: 20,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 2-fenilpropeno recolhida será de 1 476 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 171 17-10-2006 16:16:30

2-FENILPROPENO (α-metilestireno) **N.º CAS: 98-83-9**	**FICHA N.º 15** **Outubro 2004**
VL (8 h): 246 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 492 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 236 mg/m³ a 943 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 236 mg/m³ e 943 mg/m³ de 2-fenilpropeno, para amostras de 3 l de ar, equivalente a 700 µg/amostra e 2 830 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 687 µg/amostra a 3 570 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **25 l** para concentrações entre 0,1 VL (25 mg/m³) e 0,5 VL (123 mg/m³) e **6 l** para concentrações entre 0,5 VL (123 mg/m³) 2 VL (492 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Hydrocarbons, Aromatics* METHOD 1501.
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S. 26.* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 172 17-10-2006 16:16:31

ETILBENZENO
N.º CAS: 100-41-4

FICHA-N.º16-1
Outubro 2004

VL (8 h): 442 mg/m³, 100 ppm

VL (CURTO PRAZO): 884 mg/m³, 200 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 5 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o etilbenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de etilbenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 50 mg/m³ a 950 mg/m³, para amostras de 5 l de ar.

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o p-xileno, o benzeno, o tolueno e o 1,2,4-trimetilbenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 5 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100% (CV = 1,1%)
Precisão: 1,9%
Desvio: -4,9%
Incerteza global: 8,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2/min), a quantidade de etilbenzeno recolhida será de 2 650 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 173 17-10-2006 16:16:31

ETILBENZENO **N.º CAS: 100-41-4**	**FICHA-N.º16-1** **Outubro 2004**
VL (8 h): 442 mg/m³, 100 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 884 mg/m³, 200 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 49 mg/m³ a 942 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 5 l de ar, tomadas de atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 49 mg/m³ a 942 mg/m³ de etilbenzeno equivalentes a 245 µg/amostra e 4 700 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 15 amostras no intervalo de 257 µg/amostra a 4 000 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, Aromatics* METHOD 1501 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

[3] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 174 17-10-2006 16:16:31

ETILBENZENO
N.º CAS: 100-41-4

FICHA N.º 16-2
Outubro 2004

VL (8 h): 442 mg/m³, 100 ppm

VL (CURTO PRAZO): 884 mg/m³, 200 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra com um amostrador passivo por difusão contendo 500 mg de anasorb 747. A amos-tra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 16 dias. Dessorve-se o etilbenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de etilbenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 45 mg/m³ a 890 mg/m³, para amostras captadas por difusão num amostrador passivo a uma velocidade de amostragem de 13,83 ml/min durante 240 minutos [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o m-xileno, o p-xileno, o o-xileno e o xileno (mistura de isómeros) [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador passivo contendo 500 mg de anasorb 747
Velocidade de captação: 13,83 ml/min
Tempo de amostragem: 240 min

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar DB Wax ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,1% (CV = 2,8%)
Precisão: 0,4%
Desvio: -2,2%
Incerteza global: 3%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método **não** pode ser utilizado para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo.

2005-1599_PT.indd 175 17-10-2006 16:16:31

ETILBENZENO **N.º CAS: 100-41-4**	**FICHA N.º 16-2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 442 mg/m³, 100 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 884 mg/m³, 200 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 73 mg/m³ (0,16 VL). Este valor está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

Os dados de precisão e desvio indicados na ficha correspondem a 3 amostras de 3,32 l, captadas em uma atmosfera gerada com uma humidade relativa de 83% e a uma concentração de 73 mg/m³, o que equivale a 240 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde ao valor médio de 35 amostras correspondentes a 1,06 µg/amostra, 74 µg/amostra, 147 µg/amostra, 294 µg/amostra, 736 µg/amostra, 1 471 µg/amostra e 2 942 µg/amostra.
O dado da velocidade de captação indicada, só é válido para o amostrador passivo por difusão utilizado na validação (SKC 575-002).

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Amostrador passivo anasorb 747/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 176 17-10-2006 16:16:32

CAPROLACTAMA (pó e vapor)
N.º CAS: 105-60-2

FICHA N.º 17
Outubro 2004

VL (8 h): 10 mg/m³

VL (CURTO PRAZO): 40 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 100 l de ar através de um amostrador OVS-7, contendo um filtro de fibra de vidro e duas secções com 270/140 mg de XAD-7, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 l/min. Dessorve-se separadamente a caprolactama tanto do filtro como de ambas as secções de adsorvente com metanol e analisam-se as soluções obtidas num cromatógrafo líquido equipado com detector de ultravioleta.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não está confirmada a aplicabilidade do método [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador OVS-7 contendo um filtro de fibra de vidro e duas secções com 270/140 mg de XAD-7.
Bomba de amostragem: individual polivalente
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: 100 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção de cada componente do tubo em separado com 4 ml de metanol durante 1 hora.
Técnica analítica: cromatografia líquida com detector ultravioleta e coluna de 0,25 m de LC-DB18 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: não existem dados disponíveis
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global:

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método está classificado como parcialmente validado pela OSHA.
Os dados obtidos através deste método não são suficientes nem conclusivos e não permitem por isso efectuar a sua avaliação.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Caprolactam.* METHOD PV-2012.
[2] OSHA. *Chemical Sampling Information Caprolactam (vapor).* IMIS: 0524.
[3] OSHA. *Chemical Sampling Information Caprolactam (dust)* IMIS: 0523.

2005-1599_PT.indd 177 17-10-2006 16:16:32

2005-1599_PT.indd 178 17-10-2006 16:16:32

3-HEPTANONA (Etilbutilcetona)
N.º CAS: 106-35-4

FICHA-N.º18
Outubro 2004

VL (8 h): 95 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se a 3-heptanona com sulfureto de carbono contendo 1% de metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de 3-heptanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 9,5 mg/m3 a 190 mg/m3, para amostras entre 100 e 26 l de ar [1].
Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como a metilamilcetona, o óxido de mesitilo, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: entre 100 l e 26 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono contendo 1% de metanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 94% (CV = 2,2%)
Precisão: 12,5%
Desvio: -3,1%
Incerteza global: 28,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

2005-1599_PT.indd 179 17-10-2006 16:16:32

3-HEPTANONA (Etilbutilcetona) **N.º CAS: 106-35-4**	**FICHA-N.º18** **Outubro 2004**
VL (8 h): 95 mg/m³, 20 ppm	

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

DO método [1] está validado para o intervalo de concentrações 100 mg/m³ a 463 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras captadas em atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 100 mg/m³ e 463 mg/m³ de 3-heptanona, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 1 000 µg/amostra e 4 630 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 1 150 µg/amostra a 4 600 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **100 l** para concentrações entre 0,1 VL (9,5 mg/m³) e 0,5 VL (47 mg/m³) e **26 l** para concentrações entre 0,5 VL (47 mg/m³) 2 VL (190 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Ketones II.* METHOD 1301.

[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S. 16.* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 180 17-10-2006 16:16:32

p- XILENO
N.º CAS: 106-42-3

FICHA-N.º19-I
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o p-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de p-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o etilbenzeno, o benzeno, o tolueno e o 1,2,4-trimetilbenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 98,5% (CV = 1%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -7,6%
Incerteza global: 10,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.
Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de p-xileno recolhida será de 1 326 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 181 17-10-2006 16:16:33

p- XILENO **N.º CAS: 106-42-3**	**FICHA-N.º19-1** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 50 mg/m³ a 850 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 5 l de ar, tomadas de atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 50 mg/m³ a 850 mg/m³ de p-xileno equivalentes a 250 µg/amostra e 4 250 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 20 amostras no intervalo de 257 µg/amostra a 4 040 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **10 l**, com um caudal compreendido entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera. Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–030/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, Aromatics* METHOD 1501 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

[3] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 182 17-10-2006 16:16:33

p-XILENO
N.º CAS: 106-42-3

FICHA N.º 19-2
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra com um amostrador passivo por difusão contendo 500 mg de anasorb 747. A amos-tra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 16 dias. Dessorve-se o p-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de p-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 45 mg/m³ a 890 mg/m³, para amostras captadas por difusão num amostrador passivo a uma velocidade de amostragem de 13,94 ml/min durante 240 minutos [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o m-xileno, o o-xileno, o etilbenzeno e o xileno (mistura de isómeros) [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador passivo por difusão contendo 500 mg de anasorb 747
Velocidade de captação: 13,94 ml/min
Tempo de amostragem: 240 min

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar DB Wax ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 95,3% (CV = 2,1%)
Precisão: 0,5%
Desvio: -3%
Incerteza global: 4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método **não** pode ser utilizado para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 90 mg/m³ (0,4 VL). Este valor está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.
Os dados de precisão e desvio indicados na ficha correspondem a 3 amostras de 3,35 l, captadas em uma atmosfera gerada com uma humidade relativa de 83% e a uma concentração de 90 mg/m³, o que equivale a 300 µg/amostra.

2005-1599_PT.indd 183 17-10-2006 16:16:33

p-XILENO **N.º CAS: 106-42-3**	**FICHA N.º 19-2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

A eficácia da dessorção corresponde ao valor médio de 35 amostras correspondentes a 1,54 µg/amostra, 73 µg/amostra, 145 µg/amostra, 290 µg/amostra, 725 µg/amostra, 1 456 µg/amostra e 2 902 µg/amostra.

O dado da velocidade de captação indicada, só é válido para o amostrador passivo por difusão utilizado na validação (SKC 575-002).

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene*. METHOD 1002 *[Amostrador passivo anasorb 747/Cromatografia gasosa (FID)]*.

2005-1599_PT.indd 184 17-10-2006 16:16:33

1,4-DICLOROBENZENO
N.º CAS:106-46-7

FICHA N.º 20
Outubro 2004

VL (8 h): 122 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 306 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar uma quantidade de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se o 1,4-diclorobenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,4-diclorobenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 10 mg/m³ a 250 mg/m³ para amostras compreendidas entre 60 l de ar e 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos clorados tais como o clorofórmio, o clorobenzeno, o 1,2-diclorobenzeno, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2l/min
Volume recomendado: entre 10 l e 60 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna de 3 m SP 1 000 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 91,1% (CV = 2,2%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -11,8%
Incerteza global: 14,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 1,4-diclorobenzeno recolhida será de 4 200 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 185 17-10-2006 16:16:33

1,4-DICLOROBENZENO **N.º CAS:106-46-7**	**FICHA N.º 20** **Outubro 2004**
VL (8 h): 122 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 306 mg/m³, 50 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2].

Na publicação «Documentation of the NIOSH validation tests» aparecem dados de recuperação a três níveis de concentrações que denomina 2 VL (831 mg/m³), 1 VL e 0,5 VL, mas sem especificar a concentração exacta, pelo que não é possível retirar qualquer conclusão nem da precisão nem do desvio em relação a esses níveis.

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações ≈208 mg/m³ a 831 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre ≈208 mg/m³ a 831 mg/m³ de 1,4-diclorobenzeno, para amostras de 3 l de ar, equivalente a ≈625 µg/amostra e 2 500 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 676 µg/amostra a 2 700 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 60 l para concentrações entre 0,1 VL (12 mg/m³) e 0,5 VL (61 mg/m³) e 10 l para concentrações entre 0,5 VL (61 mg/m³) 2 VL (244 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated.* METHOD 1003.

[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. S. *281.* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 186 17-10-2006 16:16:34

ÁLCOOL ALÍLICO (2-propen-1-ol)
N.º CAS: 107-18-6

FICHA N.º 21
Outubro 2004

VL (8 h): 4,8 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO): 12,1 mg/m³, 5 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se o álcool alílico com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de álcool alílico na atmosfera, num intervalo de concentração de 0,48 mg/m³ a 9,6 mg/m³ para amostras entre 50 l de ar e 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros álcoois tais como o álcool isoamílico, o ciclohexanol, o diacetona-álcool, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: entre 50 l e 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna de 3 m SP 1000 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 90,1% (CV = 3,2%)
Precisão: 12,4%
Desvio: -4,4%
Incerteza global: 29,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de álcool alílico recolhida será de 36 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação.

2005-1599_PT.indd 187 17-10-2006 16:16:34

ÁLCOOL ALÍLICO (2-propen-1-ol) **N.º CAS: 107-18-6**	**FICHA N.º 21** **Outubro 2004**
VL (8 h): 4,8 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 12,1 mg/m³, 5 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 1,8 mg/m³ a 8,4 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 1,8 mg/m³ a 8,4 mg/m³ de álcool alílico, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 20 µg/amostra e 84 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 24 µg/amostra a 96 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **50 l** para concentrações entre 0,1 VL (0,5 mg/m³) e 0,5 VL (2,5 mg/m³) e **10 l** para concentrações entre 0,5 VL (2,5 mg/m³) 2 VL (9,6 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Alcohols III*. METHOD 1402.

[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S. 52*. DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 188 17-10-2006 16:16:34

ETILENOGLICOL
N.º CAS: 107-21-1

FICHA N.º 22
Outubro 2004

VL (8 h): 52 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 104 mg/m³, 40 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 60 l de ar através de um amostrador OVS-7 contendo um filtro de fibra de vidro e um tubo com duas secções de 270/140 mg de XAD-7, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 l/min. Dessorve-se separadamente o etilenoglicol, tanto do filtro como de ambas as secções de adsorvente, com metanol e analisam-se as soluções obtidas num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não está confirmada a aplicabilidade do método [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador OVS-7, contendo um filtro de fibra de vidro e duas secções com 270/140 mg de XAD-7.
Bomba de amostragem: individual polivalente
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: 60 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção de cada componente do tubo em separado, com 2 ml de metanol, durante 1 h.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar Rtx-35 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,5% (CV = 2,5%)
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método está classificado como parcialmente validado pela OSHA.

O dado relativo à eficácia da dessorção que aparece na ficha corresponde ao valor médio para 24 amostras no intervalo compreendido entre 146 µg/amostra e 2 916 µg/amostra [1].

Os dados obtidos através deste método não são suficientes nem conclusivos e não permitem por isso efectuar a sua avaliação.

2005-1599_PT.indd 189 17-10-2006 16:16:34

ETILENOGLICOL **N.º CAS: 107-21-1**	**FICHA N.º 22** **Outubro 2004**
VL (8 h): 52 mg/m³, 10 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 104 mg/m³, 40 ppm**

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Ethylene glycol.* METHOD PV-2024.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Glycols* METHOD 5523 [*Amostrador OVS-7/Cromatografia gasosa (FID)*].

[3] Andersson K, Levin J.O. *«Sampling of ethylene glycol d erivates in work — room air using Amberlite XAD resins*. Chemosphere 1982; 11: 1115-1119.

2005-1599_PT.indd 190 17-10-2006 16:16:35

1 - METOXI-2-PROPANOL (Éter metílico do propilenoglicol)
N.º CAS: 107-98-2

FICHA N.º 23
Outubro 2004

VL (8 h): 375 mg/m³, 100 ppm

VL (CURTO PRAZO): 568 mg/m³, 150 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o 1-metoxi-2-propanol com diclorometa-no contendo 5% de metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1-metoxi-2-propanol na atmosfera, num intervalo de concentração de 32 mg/m³ a 760 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros éteres de glicol tais como o 2-etoxietanol [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de diclorometa-no contendo 5% (v/v) de metanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100,8% (CV = 2,9%)
Precisão: 0,9%
Desvio: -8,3%
Incerteza global: 10,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantida-de de 1-metoxi-2-propanol recolhida será de 1 700 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplica-ção.

2005-1599_PT.indd 191 17-10-2006 16:16:35

1 - METOXI-2-PROPANOL (Éter metílico do propilenoglicol) **N.º CAS: 107-98-2**	**FICHA N.º 23** **Outubro 2004**
VL (8 h): 375 mg/m³, 100 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 568 mg/m³, 150 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1].

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 32 mg/m³ a 760 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 10 l de ar, tomadas de atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 32 mg/m³ a 760 mg/m³ de 1-metoxi–2-propanol, equivalentes a 320 µg/amostra e 7 600 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 12 amostras no intervalo de 400 µg/amostra a 7 000 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de éteres de glicol (1-metoxi-2-propanol; 2-etoxietanol) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–017/A89.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Propylene Glycol Monomethyl Ethers/Acetates.* METHOD 99 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID*].

2005-1599_PT.indd 192 17-10-2006 16:16:35

4-METIL-2-PENTANONA (Metilisobutilcetona)
N.º CAS: 108-10-1

FICHA N.º 24
Outubro 2004

VL (8 h): 83 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 208 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 2,5 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se a 4-metil-2-pentanona com 1 ml de dimetilformamida e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 4-metil-2-pentanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 8,3 mg/m³ a 166 mg/m³, para amostras de 2,5 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como a acetona e a metiletilcetona [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0, 05 l/min
Volume recomendado: 2,5 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de dimetilformamida
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar SE-30 ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras permanecem estáveis se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 102,7% (CV = 3,2%)
Precisão: 3,4%
Desvio: -5,4%
Incerteza global: 12,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,05 l/min), a quantidade de 4-metil-2-pentanona recolhida será de 156 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação.

2005-1599_PT.indd 193 17-10-2006 16:16:35

4-METIL-2-PENTANONA (Metilisobutilcetona) **N.º CAS: 108-10-1**	**FICHA N.º 24** **Outubro 2004**
VL (8 h): 83 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 208 mg/m³, 50 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 22 mg/m³ a 440 mg/m³. Este intervalo coincide parcialmente com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 1 l de ar, captadas a 0,05 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 440 mg/m³ de 4 metil-2-pentanona equivalentes a 22 µg/amostra e 440 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 35 amostras no intervalo de 24 µg/amostra a 637 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **2,5 l**, com um caudal de 0,05 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

A 4-metil-2-pentanona recolhida em carvão activado e dessorvida com sulfureto de carbono não coloca problemas de estabilidade, podendo por isso ser utilizada como alternativa para a determinação de 4-metil-2-pentanona na atmosfera [2].

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de cetonas (acetona, metiletilcetona, metilisobutilcetona) na atmosfera/Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–031/A96.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Ketones I.* METHOD 1300 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].
[3] INRS. *Cetones I.* FICHA 020 [*Tubo de Carboxen 1000/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 194 17-10-2006 16:16:35

m-XILENO
N.º CAS: 108-38-3

FICHA N.º 25-1
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o m-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de m-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o p-xileno, o etilbenzeno, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO (ver rubrica: outras informações úteis)

Eficácia da dessorção: 98,5% (CV = 1%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -7,6%
Incerteza global: 10,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de m-xileno recolhida será de 1 326 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 195 17-10-2006 16:16:36

m-XILENO **N.º CAS: 108-38-3**	**FICHA N.º 25-1** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção, como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o p-xileno na validação do mesmo. Dado que o o-xileno, m-xileno e p-xileno têm o mesmo valor-limite e pressupondo um comportamento similar na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assumem-se para os três xilenos os mesmos dados de validação

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 196 17-10-2006 16:16:36

m-XILENO
N.º CAS: 108-38-3

FICHA N.º 25-2
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra com um amostrador passivo por difusão, contendo 500 mg de anasorb 747. a amos-tra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 16 dias. Dessorve-se o m-xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de m-xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras captadas por difusão num amostrador passivo a uma velocidade de amostragem de 13,82 ml/min durante 240 minutos [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o o-xileno, o p-xileno, o etilbenzeno e a mistura de xilenos [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador passivo por difusão, contendo 500 mg de anasorb 747
Velocidade de captação: 13,82 ml/min
Tempo de amostragem: 240 min

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar DB Wax ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 16 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,1% (CV = 2,8%)
Precisão: 0,4%
Desvio: 2,8%
Incerteza global: 3,6%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método **não** pode ser utilizado para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo.

2005-1599_PT.indd 197 17-10-2006 16:16:36

m-XILENO **N.º CAS: 108-38-3**	**FICHA N.º 25-2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 48 mg/m³ (0,2 VL). Este valor está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

Os dados de precisão e desvio indicados na ficha correspondem a 3 amostras de 3,32 l, captadas em uma atmosfera gerada com uma humidade relativa de 83% e a uma concentração de 48 mg/m³, o que equivale a 160 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde ao valor médio de 35 amostras correspondentes a 1,42 µg/amostra, 73 µg/amostra, 145 µg/amostra, 290 µg/amostra, 725 µg/amostra, 1 451 µg/amostra e 2 903 µg/amostra.
O dado da velocidade de captação indicada só é válido para o amostrador passivo por difusão utilizado na validação (SKC 575-002).

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Amostrador passivo Anasorb 747/ /Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 198 17-10-2006 16:16:36

ACETATO DE 1-METIL-2-METOXIETILO
N.º CAS: 108-65-6

FICHA N.º 26
Outubro 2004

VL (8 h): 275 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 550 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 1 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o acetato de 1-metil-2-metoxietilo com sulfureto de carbono contendo 5% de 2-butanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de acetato de 1-metil 2-metoxietilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 550 mg/m³, para amostras de 1 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros ésteres de glicol tais como o acetato de 2-etoxietanol [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,05 l/min
Volume recomendado: 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de sulfureto de carbono 5% (v/v) de 2-butanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100,1% (CV = 2,5%)
Precisão: 2,8%
Desvio: -5,5%
Incerteza global: 11,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.
Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,05 l/min), a quantidade de acetato de 1-metil-2-metoxietilo recolhida será de 412 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 199 17-10-2006 16:16:36

ACETATO DE 1-METIL-2-METOXIETILO **N.º CAS: 108-65-6**	**FICHA N.º 26** **Outubro 2004**
VL (8 h): 275 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 550 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 2 mg/m³ a 50 mg/m³. Este intervalo **não** coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 10 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 2 mg/m³ a 50 mg/m³ de acetato de 1-metil-2-metoxietilo, equivalentes a 20 µg/amostra e 500 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 22 µg/amostra a 482 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume e o caudal de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **1 l**, com um caudal compreendido entre 0,05 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de ésteres II (acetato de 1-metoxi-2-propilo, acetato de 2-etoxietilo) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–024/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Propylene Glycol Monomethyl Ethers/Acetates.* METHOD 99 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 200 17-10-2006 16:16:37

MESITILENO (Trimetilbenzeno)
N.º CAS: 108-67-8

FICHA N.º 27
Outubro 2004

VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 5 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o mesitileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de mesitileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 15 mg/m³ a 310 mg/m³, para amostras de 5 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno e o p-xileno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg).
Bomba de amostragem: individual tipo G.
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min.
Volume recomendado: 5 l.

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,8% (CV = 1%)
Precisão: 3,1%
Desvio: -7,5%
Incerteza global: 13,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção, como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o 1,2,4-trimetilbenzeno na validação do mesmo. Dado que o mesitileno tem o mesmo valor-limite e que se espera um comportamento similar na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para os trimetilbenzenos os mesmos dados de validação.

2005-1599_PT.indd 201 17-10-2006 16:16:37

MESITILENO (Trimetilbenzeno) **N.º CAS: 108-67-8**	**FICHA N.º 27** **Outubro 2004**
VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm	

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

2005-1599_PT.indd 202 17-10-2006 16:16:37

CLOROBENZENO
N.º CAS: 108-90-7

FICHA N.º 28
Outubro 2004

VL (8 h): 47 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 94 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 15 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de entre 0,1 l/min e 0,3 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se o clorobenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de clorobenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 4,7 mg/m³ a 100 mg/m³, para amostras de 15 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos clorados tais como o tetracloreto de carbono e o clorofórmio [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 λ/min e 0,3 λ/min
Volume recomendado: 15 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96% (CV = 2,4%)
Precisão: 4,7%
Desvio: -3,5%
Incerteza global: 12,9%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,3 l/min), a quantidade de clorobenzeno recolhida será de 423 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 203 17-10-2006 16:16:37

CLOROBENZENO **N.º CAS: 108-90-7**	**FICHA N.º 28** **Outubro 2004**
VL (8 h): 47 mg/m³, 10 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 94 mg/m³, 20 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 4,5 mg/m³ a 95 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 15 l de ar, captadas a 0,3 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 4,5 mg/m³ a 95 mg/m³ de clorobenzeno, equivalentes a 70 µg/amostra e 1 420 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 34 amostras no intervalo de 70 µg/amostra a 1 800 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos clorados II (tetracloreto de carbono, clorofórmio, clorobenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–042/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, Halogenated* METHOD 1003 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 204 17-10-2006 16:16:37

CICLOHEXANONA
N.º CAS: 108-94-1

FICHA N.º 29
Outubro 2004

VL (8 h): 40,8 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 81,6 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 4 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se a ciclohexanona com acetato de etilo e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de ciclohexanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 4 mg/m³ a 80 mg/m³, para amostras de 4 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como o óxido de mesitilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 4 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de acetato de etilo
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 94,8% (CV = 3,6%)
Precisão: 4,0%
Desvio: -3,4%
Incerteza global: 11,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,1 l/min), a quantidade de ciclo-hexanona recolhida será de 122 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 205 17-10-2006 16:16:38

CICLOHEXANONA **N.º CAS: 108-94-1**	**FICHA N.º 29** **Outubro 2004**
VL (8 h): 40,8 mg/m³, 10 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 81,6 mg/m³, 20 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 9,8 mg/m³ a 188 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 2 l de ar, captadas a 0,1 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 9,8 mg/m³ a 188 mg/m³ de ciclohexanona, equivalentes a 20 µg/amostra e 380 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 52 amostras no intervalo de 16 µg/amostra a 56 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **4 l**, com um caudal compreendido 0,1 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de cetonas II (ciclohexanona; óxido de mesitilo) na atmosfera/Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–052/A02.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Ketones I.* METHOD 1300 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

[3] OSHA. *Ciclohexanone.* METHOD 1 [*Tubo de Chromosorb 106/HPLC (UV)*].

[4] INRS. *Cetones I.* FICHA 020 [*Tubo de Carboxen 1000/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 206 17-10-2006 16:16:38

FENOL
N.º CAS:108-95-2

FICHA-N.º 30
Outubro 2004

VL (8 h): 7,8 mg/m³, 2 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 20 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 14 dias. Dessorve-se o fenol com acetona e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de fenol na atmosfera, num intervalo de concentração de 0,78 mg/m³ a 15 mg/m³, para amostras de 20 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 20 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de acetona
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna de vidro 2 m com 10% Carbowax 20M ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,2% (CV = 3,3%)
Precisão: 4,8%
Desvio: -1,6%
Incerteza global: 11,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 1,8 mg/m³ a 43 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 10 l de ar, geradas a partir de um sistema de adição de fenol aos tubos, sobre os quais se faz passar também ar com uma humidade de 50%. O intervalo de concentração ensaiado é de 1,8 mg/m³ a 43 mg/m³ de fenol, equivalente a 18 µg/amostra e 430 µg/amostra.

2005-1599_PT.indd 207 17-10-2006 16:16:38

FENOL **N.º CAS:108-95-2**	**FICHA-N.º 30** **Outubro 2004**
VL (8 h): 7,8 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 81,6 mg/m³, 20 ppm**

A eficácia da dessorção corresponde à média de 21 amostras no intervalo de 17 µg/amostra a 400 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **20 l**, com um caudal compreendido entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de fenol na atmosfera/Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia gasosa* MTA/ /MA–040/A98.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Phenol* Analysis Hazardous Substances in air. Vol. 3, S. 99 [*Tubo de gel de sílica/Cromatografia gasosa (FID)*].

[3] NIOSH. *Cresol (all isomers) and Phenol* METHOD 2546 [*Tubo de XAD-7/Cromatografia gasosa (FID)*].

[4] OSHA. *Phenol and Cresol.* METHOD 32 [*Tubo de XAD-7/HPLC (UV)*].

2005-1599_PT.indd 208 17-10-2006 16:16:38

TETRA-HIDROFURANO
N.º CAS: 109-99-9

FICHA N.º 31
Outubro 2004

VL (8 h): 150 mg/m³, 50 ppm

VL (Curto prazo): 300 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 12 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 14 dias. Dessorve-se o tetra-hidrofurano com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de tetra-hidrofurano na atmosfera, num intervalo de concentração de 15 mg/m³ a 300 mg/m³, para amostras de 12 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 12 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 14 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,4% (CV = 1%)
Precisão: 1,1%
Desvio: -6,9%
Incerteza global: 9,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de tetra-hidrofurano recolhida será de 900 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 13 mg/m³ a 270 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 209 17-10-2006 16:16:39

TETRA-HIDROFURANO **N.º CAS: 109-99-9**	**FICHA N.º 31** **Outubro 2004**
VL (8 h): 150 mg/m³, 50 ppm	**VL (Curto prazo): 300 mg/m³, 100 ppm**

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 12 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 13 mg/m³ a 270 mg/m³ de tetra-hidrofurano, equivalentes a 160 µg/amostra e 3 200 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 16 µg/amostra a 3 500 µg/ /amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de tetra-hydrofurano na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–047/A01

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Tetrahydrofuran.* Analyses of hazardous substances in air. Vol. 3 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

[3] NIOSH. *Tetrahydrofuran* METHOD 1609 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 210 17-10-2006 16:16:39

5-METIL-2-HEXANONA (Metil isoamil cetona)
N.º CAS: 110-12-3

FICHA N.º 32
Outubro 2004

VL (8 h): 95 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se a 5-metil-2-hexanona com uma solução de sulfureto de carbono contendo 1% (1:99) de dimetil-formamida e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não está confirmada a aplicabilidade do método [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100/50 mg).
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono contendo 1% (v/v) de dimetilformamida.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar DB-WAX ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 10 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,2% (CV = 1,70%)
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método está classificado como parcialmente validado pela OSHA.

A eficácia da dessorção que aparece no método corresponde à média de 20 amostras no intervalo de 230 µg/amostra a 4 570 µg/amostra.

Estudou-se a estabilidade adicionando a 12 tubos 2 286 µg de 5-metil-2-hexanona e, ao fim de 2 horas, fizeram-se passar por eles 10 l de ar com uma humidade relativa de 80% e um caudal de 0,2 l/min; durante 10 dias, guardaram-se 6 tubos à temperatura ambiente e 6 a 0ºC, tendo-se obtido uma recuperação de 59,5% para os primeiros e de 95,4% para os restantes.

2005-1599_PT.indd 211 17-10-2006 16:16:39

5-METIL-2-HEXANONA (Metil isoamil cetona) **N.º CAS: 110-12-3**	**FICHA N.º 32** **Outubro 2004**
VL (8 h): 95 mg/m³, 20 ppm	

Os dados obtidos através deste método não são suficientes nem conclusivos e não permitem por isso efectuar a sua avaliação.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *MIAK (Methyl isoamyl Ketone).* METHOD PV-2042.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Chemical Sampling Information Mehyl isoamyl Ketone*. IMIS: 1776.

2005-1599_PT.indd 212 17-10-2006 16:16:39

2-HEPTANONA (Metil amil cetona)
N.º CAS: 110-43-0

FICHA N.º 33
Outubro 2004

VL (8 h): 238 mg/m³, 50 ppm

VL (CURTO PRAZO): 475 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar uma quantidade de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se a 2-heptanona com 1 ml de sulfureto de carbono contendo 1% (1:99) de metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método é aplicável à determinação da 2-heptanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 23,8 mg/m³ a 500 mg/m³, para amostras compreendidas num intervalo de volumes entre 80 l de ar e 18 l de ar [1].
Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outras cetonas tais como a etilbutilcetona, o óxido de mesitilo, etc. [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 80 l e 18 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono contendo 1% (1:99) de metanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar FFAP ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 82% (CV = 4,2%)
Precisão: 5,8%
Desvio: 2,8%
Incerteza global: 14,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade : aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está confirmada a aplicabilidade do método para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 2-heptanona recolhida será de 1 425 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 213 17-10-2006 16:16:39

2-HEPTANONA (Metil amil cetona) **N.º CAS: 110-43-0**	**FICHA N.º 33** **Outubro 2004**
VL (8 h): 238 mg/m³, 50 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 475 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 197 mg/m³ a 925 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 197 mg/m³ e 925 mg/m³ de 2-heptanona, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 1 970 µg/amostra e 9 250 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 2 320 µg/amostra a 9 300 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 80 l para concentrações entre 0,1 VL (24 mg/m³) e 0,5 VL (119 mg/m³) e 18 l para concentrações entre 0,5 VL (119 mg/m³) 2 VL (476 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Ketones II.* METHOD 1301.

[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S 15.* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 214 17-10-2006 16:16:40

PIPERAZINA
N.º CAS: 110-85-0

FICHA N.º 34
Outubro 2004

VL (8 h): 0,1 mg/m³

VL (CURTO PRAZO): 0,3 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 80/40 mg de XAD-2 impregnado de 10% de 1-naftilisocianato, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min. Dessorve-se a piperazina com dimetilformamida e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo líquido de alta resolução equipado com detector ultravioleta [1].

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não está confirmada a aplicabilidade do método [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo cheio de 80/40 mg de XAD-2 impregnado de 10% (w/w) de 1-naftilisocianato.
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com dimetilformamida
Técnica analítica: cromatografia líquida de alta resolução com detector de ultravioleta.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: não existem dados disponíveis
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Chemical Sampling Information Piperazine*. IMIS: P250.

OUTROS MÉTODOS

[2] Skarping G. *Determination of piperazines in the working atmosphere and in human urine using derivatization and capillary gas chromatography with nitrogen-and mass-selective detection*. J. Chomatogr. 1986; 370:245-258.

2005-1599_PT.indd 215 17-10-2006 16:16:40

2005-1599_PT.indd 216 17-10-2006 16:16:40

2-BUTOXIETANOL (ButilCellosolve)
N.º CAS: 111-76-2

FICHA N.º 35
Outubro 2004

VL (8 h): 98 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 246 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o 2 butoxietanol com diclorometano contendo 5% de metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método é aplicável à determinação da 2-butoxietanol na atmosfera, num intervalo de concentração de 9,8 mg/m³ a 200 mg/m³, para amostras compreendidas num intervalo de volumes entre 48 l de ar e 12 l de ar. [1] Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de do acetato de 2-butoxietilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 48 l e 12 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de diclorometano contendo 5% (v/v) de metanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar de NU-KOL ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99% (CV = 0,6%)
Precisão: 0,6%
Desvio: -2,0%
Incerteza global: 3,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 2-butoxietanol recolhida será de 738 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 217 17-10-2006 16:16:40

2-BUTOXIETANOL (ButilCellosolve) **N.º CAS: 111-76-2**	**FICHA N.º 35** **Outubro 2004**
VL (8 h): 98 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 246 mg/m³, 50 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 96 mg/m³ (1 VL). Este valor coincide com o valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 12 l de ar, captadas a 0,2 l/min em atmosferas geradas, com humidade, e a uma concentração de 96 mg/m³, o que equivale a 1 152 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 570 µg/amostra a 2 280 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de 55 µg/amostra a 2 280 µg/amostra no qual o método foi estudado.

Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 48 l, para concentrações na atmosfera entre 0,1 VL (1 mg/m³), e 0,5 VL (49 mg/m³), e 12 l para concentrações na atmosfera entre 0,5 VL (49 mg/m³) e 2 VL (196 mg/m³) com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permitiria associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *2-Butoxyethanol/2-Butoxyetyl Acetate.* METHOD 83.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Alcohols IV.* METHOD 1403 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 218 17-10-2006 16:16:41

ACETATO DE 2-BUTOXIETILO
N.º CAS: 112-07-2

FICHA N.º 36
Outubro 2004

VL (8 h): 133 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 333 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 40 l de ar através de um tubo cheio de 700/300 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 3 semanas. Dessorve-se o acetato de 2-butoxietilo com éter dietílico e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de 2-butoxietilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 13 mg/m³ a 266 mg/m³, para amostras de 40 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de carvão activado (700 mg/300 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 40 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 6 ml de éter dietílico
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama e coluna capilar OV1 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

No final da amostragem, as amostras devem ser conservadas no frigorífico o mais rapidamente possível, a fim de reduzir a hidrólise, e devem ser analisadas nos 21 dias após a sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 90%
Precisão: 10,1%
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de acetato de 2-butoxietilo recolhida será de 999 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 5 mg/m³ a 300 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 219 17-10-2006 16:16:41

ACETATO DE 2-BUTOXIETILO **N.º CAS: 112-07-2**	**FICHA N.º 36** **Outubro 2004**
VL (8 h): 133 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 333 mg/m³, 50 ppm**

A precisão indicada na ficha corresponde a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e com uma concentração entre 5 mg/m³ e 300 mg/m³ de acetato de 2-butoxietilo, para amostras de 40 l de ar, equivalente a 200 µg/amostra e 1 200 µg/amostra.

A eficácia da dessorção é independente da concentração no intervalo de medição.

O estudo relativo à armazenagem das amostras é apenas citado, não apresenta dados.

Não proporciona dados que permitam calcular o desvio.

REFERÊNCIAS

[1] DFG. *2-Butoxyethylacetate.* Analyses of Hazardous Substances in Air. Vol. 2,p. 73.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *2*-Butoxyethanol/2-Butoxyetyl Acetate. METHOD 83 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 220 17-10-2006 16:16:41

ÉTER DIMETÍLICO
N.º CAS: 115-10-6

FICHA N.º 37
Outubro 2004

VL (8 h): 1 920 mg/m³, 1 000 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Pode recolher-se a amostra fazendo passar 1 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. Dessorve-se o éter dimetílico com 1 ml de sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de éter dimetílico na atmosfera, num intervalo de concentração de 190 mg/m³ a 3 850 mg/m³, para amostras de 1 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,05 l/min
Volume recomendado: 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa, com detector de ionização de chama, e coluna capilar de SE-30 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100% (CV = 1,7%)
Precisão: 1,2%
Desvio: -5,2%
Incerteza global: 7,6%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Os dados, tanto de eficácia da dessorção como de precisão e desvio, correspondem aos obtidos para o éter dimetílico na respectiva validação.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO

Partindo do princípio de que ambos os éteres têm um comportamento similar em carvão activado, e para se poderem adoptar os dados de validação do éter dietílico, deve utilizar-se uma amostra de 1 l, para concentrações de 0,1 VL (192 mg/m³) e 2 VL (3 840 mg/m³), equivalentes a 192 µg/amostra e 3 840 µg/amostra, quantidades que correspondem às da validação do método do éter dietílico.

NOTAS

Tratando-se de um gás, há que comprovar as modificações anteriores.

2005-1599_PT.indd 221 17-10-2006 16:16:41

ÉTER DIMETÍLICO **N.º CAS: 115-10-6**	**FICHA N.º 37** **Outubro 2004**
VL (8 h): 1 920 mg/m³, 1 000 ppm	

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de éteres I (éter dietílico; éter diisopropílico; éter metil ter-butílico) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–047/A01.

2005-1599_PT.indd 222 17-10-2006 16:16:41

1,2,4-TRICLOROBENZENO
N.º CAS: 120-82-1

FICHA N.º 38
Outubro 2004

VL (8 h): 15,1 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO): 37,8 mg/m³, 5 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um amostrador de dois elementos, composto por um filtro de PTFE de 13 mm em suporte de aço inoxidável e de um tubo cheio de 100/50 mg de XAD-2 por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, durante 13 dias. Dessorve-se o 1,2,4-triclorobenzeno com hexano e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de captura de electrões.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de 1,2,4-triclorobenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 1,5 mg/m³ a 30 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros policlorobenzenos tais como o 1,2,4,5-tetraclorobenzeno e o pentaclorobenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de PTFE de 13 mm + tubo adsorvente XAD-2 (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção dos dois elementos em separado com 2 ml de hexano, e com agitação ultra-sónica durante 30 minutos.
Técnica analítica: cromatografia gasosa, com detector de captura de electrões níquel 63, e coluna de níquel de 2 m com 10% Carbowax 20 M ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Uma vez finalizada a amostragem, deve separar-se o filtro do tubo, e ambos os componentes devem ficar ao abrigo da luz. As amostras não apresentarão perdas se forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 13 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 90,8% (CV = não se dispõe deste dado)
Precisão: 9,3%
Desvio: -4,3%
Incerteza global: 22,9%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 1,2,4-triclorobenzeno recolhida será de 203 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 223 17-10-2006 16:16:42

1,2,4-TRICLOROBENZENO **N.º CAS: 120-82-1**	**FICHA N.º 38** **Outubro 2004**
VL (8 h): 15,1 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 37,8 mg/m³, 5 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 0,002 mg/m³ a 100 mg/m³. Este intervalo inclui o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 0,002 mg/m³ e 100 mg/m³ de 1,2,4-triclorobenzeno, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 2 µg/amostra e 1 000 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de amostras no intervalo de 0,02 µg/amostra a 500 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Polychlorobenzenes.* METHOD 5517.

2005-1599_PT.indd 224 17-10-2006 16:16:42

TRIETILAMINA
N.º CAS: 121-44-8

FICHA N.º 39
Outubro 2004

VL (8 h): 8,4 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO): 12,6 mg/m³, 3 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 50 l de ar através de um tubo cheio de 80/40 mg de XAD-7 impregnado de 10% de ácido fosfórico, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se a trietilamina com uma solução a 50% (v/v) água/metanol durante 30 minutos. Alcaliniza-se uma alíquota com uma solução a 25% (v/v) de NaOH 1N/metano e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de trietilamina na atmosfera, num intervalo de concentração de 0,84 mg/m³ a 16,8 mg/m³, em amostras de 50 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo cheio de 80/40 mg de XAD-7 impregnado de 10% de ácido fosfórico.
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 50 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de 1:1 água/metanol (v/v) durante 30 minutos; passado este tempo, toma-se uma alíquota de 0,5 ml e alcaliniza-se com 0,5 ml de uma solução 1:4 de NaOH 1N/metanol.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar Stabilwax DB ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99,9% (CV = 1,5%)
Precisão: 1,6%
Desvio: +0,9%
Incerteza global: 4,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está confirmada a aplicabilidade do método para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de trietilamina recolhida será de 38 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 225 17-10-2006 16:16:42

TRIETILAMINA **N.º CAS: 121-44-8**	**FICHA N.º 39** **Outubro 2004**
VL (8 h): 8,4 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 12,6 mg/m³, 3 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está parcialmente validado. A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras adicionadas com 828 µg de trietilamina pelas quais se faz circular 20 l de ar com 86% de humidade, e com um caudal de 0,2 l/min, o que equivale a 41,8 mg/m³.

Este valor não está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 41 µg/amostra a 828 µg/amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de 41 µg/amostra a 828 µg/amostra no qual o método foi estudado.

Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 50 l, com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permitiria associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Triethylamina/Trimethylamine.* METHOD PV 2060.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Dimethylethylamine/Triethylamine.* Analyses of hazardous substances in air. Vol. 1, p. 165 [*1 g de gel de sílica/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 226 17-10-2006 16:16:42

ACETATO DE ISOPENTILO (Acetato de isoamilo)
N.º CAS: 123-92-2

FICHA N.º 40
Outubro 2004

VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 2 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o acetato de isopentilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de isopentilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³, para amostras de 2 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros ésteres tais como o acetato de n-propilo e o acetato de n-amilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 2 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa, com coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse, e com detector de ionização de chama.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 97,6% (CV = 2,3%)
Precisão: 2,6%
Desvio: -3,4%
Incerteza global: 8,6%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,1 l/min), a quantidade de acetato de isopentilo recolhida será de 810 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 227 17-10-2006 16:16:43

ACETATO DE ISOPENTILO (Acetato de isoamilo) **N.º CAS: 123-92-2**	**FICHA N.º 40** **Outubro 2004**
VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 24 mg/m³ a 550 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 2 l de ar, captadas a 0,1 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 24 mg/m³ a 550 mg/m³ de acetato de isopentilo, equivalentes a 48 µg/amostra e 1 100 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 44 µg/amostra a 1 020 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de ésteres III (acetato de n-propilo, acetato de isoamilo, acetato de n-amilo) na atmosfera/ /Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–041/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Esters I.* METHOD 1450 [*Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)*].

2005-1599_PT.indd 228 17-10-2006 16:16:43

DIMETILAMINA
N.º CAS: 124-40-3

FICHA N.º 41
Outubro 2004

VL (8 h): 3,8 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO): 9,4 mg/m³, 5 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 50 l de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 6 dias. Dessorve-se a dimetilamina com ácido sulfúrico 0,1 M em solução aquosa de 10% (v/v) de metanol. Alcaliniza-se uma alíquota com KOH 0,3M e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método não é aplicável no intervalo de 0,1 VL a ≈2 VL (ver rubrica «outras informações úteis»).
Este método pode ser utilizado para determinar a presença de dimetilamina na atmosfera, num intervalo de concentração de 7,3 mg/m³ (2 VL) a 30,5 mg/m³ (8 VL) para amostras de 50 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 50 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de ácido sulfúrico 0,1 M numa solução aquosa de 10% (v/v) de metanol; uma vez dessorvida, toma-se uma alíquota de 0,5 ml e alcaliniza-se com 0,5 ml de KOH 0,3M
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna de 1,8 m com 4% Carbowax 20M + 0,8% KOH ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 6 dias a seguir à sua captação [2].

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 91,6% (CV = 3%)
Precisão: 5,2%
Desvio: -2,9%
Incerteza global: 13,3%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de dimetilamina recolhida será de 470 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 229 17-10-2006 16:16:43

DIMETILAMINA **N.º CAS: 124-40-3**	**FICHA N.º 41** **Outubro 2004**
VL (8 h): 3,8 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 9,4 mg/m³, 5 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2].

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 7,3 mg/m³ a 30,5 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 7,3 mg/m³ e 30,5 mg/m³ de dimetilamina, para amostras de 50 l de ar, equivalente a 360µg/amostra e 1 525 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 408 µg/amostra a 1 670 µg/ /amostra.

Além disso, verificou-se que em amostras de 48 l, captadas a 1,1 l/min e a uma concentração de 36 mg/m³, não se encontrou dimetilamina na parte posterior do tubo adsorvente.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1] aproveitando a informação da validação, seria necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 1 000 l para concentrações entre 0,1 VL (0,38 mg/m³) e 0,5 VL (1,9 mg/m³) e 240 l para concentrações entre 0,5 VL (1,9 mg/m³) 2 VL (7,6 mg/m³) com um caudal de 0,2 l/min, o que inviabiliza a sua adaptação.

Por isso não é possível associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

NOTA

Este método pode ser utilizado no intervalo de aplicação de 0,2 VL (0,76 mg/m³) a 1 VL (3,6 mg/m³), se se colherem amostras de 480 l a 1 l/min, mas tratando-se de um gás deve comprovar-se no mínimo o volume de ruptura *(breakthrough volume).*

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Amines, aliphatic* METHOD 2010.
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S 142* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

OUTROS MÉTODOS

[3] OSHA. Dimethylamine METHOD 34 [*XAD-7 com 10% cloreto NBD (não comercial) /HPLC*].

2005-1599_PT.indd 230 17-10-2006 16:16:43

N,N-DIMETILACETAMIDA
N.º CAS: 127-19-5

FICHA N.º 42
Outubro 2004

VL (8 h): 36 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 72 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar uma quantidade de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 l/min. Dessorve-se a N,n--dimetilacetamida com metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de N,n-dimetilacetamida na atmosfera, num intervalo de concentração de 3,6 mg/m³ a 72 mg/m³, para amostras entre 240 l e 50 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de gel de sílica (150 mg/75 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: 240 l e 50 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de metanol e agitação ultra-sónica durante LH.
Técnica analítica: ccromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna com 10% UCON 50--HB-5100 + 2% KOH ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras podem permanecer estáveis durante 5 dias (não especifica a temperatura).

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 92,5% (CV = 4,1%)
Precisão: 6,8%
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (1 l/min), a quantidade de N,n--dimetilacetamida recolhida será de 1 080 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 18 mg/m³ a 105 mg/m³. Este intervalo coincide apenas parcialmente com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 231 17-10-2006 16:16:43

N,N-DIMETILACETAMIDA **N.º CAS: 127-19-5**	**FICHA N.º 42** **Outubro 2004**
VL (8 h): 36 mg/m³, 10 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 72 mg/m³, 20 ppm**

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 18 mg/m³ e 105 mg/m³ de N,n-dimetilacetamida, para amostras de 45 l de ar, captadas a 0,88 l/min, equivalentes a 810 µg/amostra e 4 750 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 943 µg/amostra a 3 770 µg/amostra.

Além disso, calculado o volume de ruptura com um caudal de 0,876 l/min e a uma concentração de 106 mg/m³, foi de 46 l, o que equivale a de 22 000 µg por 150 mg de gel de sílica.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 240 l para concentrações entre 0,1 VL (3,6 mg/m³) e 0,5 VL (18 mg/m³) e 50 l para concentrações entre 0,5 VL (18 mg/m³) 2 VL (72 mg/m³) com um caudal de 1 l/min, condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Dimethylacetamide* METHOD 2004.
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S 254* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 232 17-10-2006 16:16:44

ACRILATO DE N-BUTILO
N.º CAS: 141-32-2

FICHA N.º 43
Outubro 2004

VL (8 h): 11 mg/m³, 2 ppm

VL (CURTO PRAZO): 53 mg/m³, 10 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 60 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado impregnado de 10% de 4-ter-butilcatecol (TBC), por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 10 dias. Dessorve-se o acrilato de n-butilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acrilato de n-butilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 1,1 mg/m³ a 22 mg/m³, para amostras de 60 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado impregnado de 10% de 4-ter-butilcatecol
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 60 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono.
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar DX-4 ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 10 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100% (CV= 3,1%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -4,7%
Incerteza global: 7,3%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está confirmada a aplicabilidade do método para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de acrilato de n-butilo recolhida será de 159 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 233 17-10-2006 16:16:44

ACRILATO DE N-BUTILO **N.º CAS: 141-32-2**	**FICHA N.º 43** **Outubro 2004**
VL (8 h): 11 mg/m³, 2 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 53 mg/m³, 10 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está parcialmente validado A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras adicionadas com 674 µg de acrilato de n-butilo nas quais se faz circular 12 l de ar com 80% de humidade, com um caudal de 0,2 l/min, o que equivale a 56 mg/m³

Este valor não está incluído no intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 20 amostras no intervalo de 67 µg/amostra a 1 348 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de 67 µg/amostra a 1 348 µg/amostra no qual o método foi estudado.

Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 60 l, com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Butyl Acrylate* METHOD PV 2011.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Acrylates (Methyl acrylate, Ethyl acrylate, Buthyl acrylate) Analyses of hazardous substances in air.* Vol. 3, p. 35. *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 234 17-10-2006 16:16:44

N-HEPTANO
N.º CAS: 142-82-5

FICHA N.º 44
Outubro 2004

VL (8 h): 2 085 mg/m³, 500 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 1 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,05 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o n-heptano com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de n-heptano na atmosfera, num intervalo de concentração de 208 mg/m³ a 4 170 mg/m³, para amostras de 1 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos tais como o n-hexano, o n-octano e o n-nonano [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,05 l/min
Volume recomendado: 1 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 101,4% (CV = 2,2%)
Precisão: 3,2%
Desvio: 2,6%
Incerteza global: 9%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 134 mg/m³ a 2 955 mg/m³. Este intervalo **não** coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 235 17-10-2006 16:16:45

N-HEPTANO **N.º CAS: 142-82-5**	**FICHA N.º 44** **Outubro 2004**
VL (8 h): 2 085 mg/m³, 500 ppm	

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 2 l de ar, captadas a 0,1 l/min em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 134 mg/m³ a 2 955 mg/m³ de n-heptano, equivalentes a 268 µg/amostra e 5 900 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 12 amostras no intervalo de 220 µg/amostra a 4 830 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **1 l**, com um caudal de 0,05 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] INST. *Determinação de hidrocarbonetos alifáticos (hexano, heptano, octano, nonano) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–029/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Hydrocarbons, 36-126ºC BP.* METHOD 1500 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 236 17-10-2006 16:16:45

1,2,3-TRIMETILBENZENO
N.º CAS: 526-73-8

FICHA N.º 45
Outubro 2004

VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 8 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o 1,2,3-trimetilbenzeno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 1,2,3-trimetilbenzeno na atmosfera, num intervalo de concentração de 10 mg/m³ a 200 mg/m³, para amostras de 8 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o benzeno, o tolueno, o etilbenzeno, o p-xileno e o 1,2,4-trimetilbenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 8 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Technik: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,8% (CV = 1%)
Precisão: 3,1%
Desvio: -7,5%
Incerteza global: 13,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção, como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o 1,2,4-trimetilbenzeno na validação do mesmo. Dado que o 1,2,3-trimetilbenzeno tem o mesmo valor-limite e pressupõe-se um comportamento similar na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para ambos os trimetilbenzenos os mesmos dados de validação.

2005-1599_PT.indd 237 17-10-2006 16:16:45

1,2,3-TRIMETILBENZENO **N.º CAS: 526-73-8**	**FICHA N.º 45** **Outubro 2004**
VL (8 h): 100 mg/m³, 20 ppm	

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

2005-1599_PT.indd 238 17-10-2006 16:16:45

5-METIL-3-HEPTANONA
N.º CAS: 541-85-5

FICHA N.º 46
Outubro 2004

VL (8 h): 53 mg/m³, 10 ppm

VL (CURTO PRAZO): 107 mg/m³, 20 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar uma quantidade de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se a 5-metil-3-heptanona com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de 5-metil-3-heptanona na atmosfera, num intervalo de concentração de 5,3 mg/m³ a 106 mg/m³, para amostras entre 96 l e 24 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 96 l e 24 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Technik: cromatografia gasosa com coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse, e detector de ionização de chama.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 89,8% (CV = 2,6%)
Precisão: 8,8%
Desvio: 15,2%
Incerteza global: 32,8%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está confirmada a aplicabilidade do método para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de 5-metil-3-heptanona recolhida será de 318 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 239 17-10-2006 16:16:46

5-METIL-3-HEPTANONA **N.º CAS: 541-85-5**	**FICHA N.º 46** **Outubro 2004**
VL (8 h): 53 mg/m³, 10 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 107 mg/m³, 20 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 57,5 mg/m³ a 272 mg/m³. Este intervalo coincide apenas parcialmente com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 57,5 mg/m³ e 272 mg/m³ de 5-metil-3-heptanona, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 575 µg/amostra e 2 720 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 650 µg/amostra a 2 600 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 96 l para concentrações entre 0,1 VL (5,3 mg/m³) e 0,5 VL (26,5 mg/m³) e 24 l para concentrações entre 0,5 VL (26,5mg/m³) 2 VL (106 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Ketones II.* METHOD 1301.
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. *S 13.* DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

2005-1599_PT.indd 240 17-10-2006 16:16:46

ACETATO DE 1-METILBUTILO (Acetato de sec-amilo)
N.º CAS: 626-38-0

FICHA N.º 47
Outubro 2004

VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar uma quantidade de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. Dessorve-se acetato de 1-metilbutilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de 1-metilbutilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³, para amostras entre 96 l de ar e 24 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: entre 96 l e 24 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 93,2% (CV = 4,6%)
Precisão: 5,4%
Desvio: -7%
Incerteza global: 17,8%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está confirmada a aplicabilidade do método para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de acetato de 1-metilbutilo recolhida será de 1 620 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1] e [2]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 340 mg/m³ a 1 460 mg/m³. Este intervalo coincide apenas parcialmente com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

2005-1599_PT.indd 241 17-10-2006 16:16:46

ACETATO DE 1-METILBUTILO (Acetato de sec-amilo) **N.º CAS: 626-38-0**	**FICHA N.º 47** **Outubro 2004**
VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm**

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras tomadas de atmosferas geradas sem humidade e a uma concentração entre 340 mg/m³ e 1 460 mg/m³ de acetato de 1-metilbutilo, para amostras de 10 l de ar, equivalente a 3 400 µg/amostra e 14 600 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 18 amostras no intervalo de 3 300 µg/amostra a 13 000 µg/ /amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **96 l** para concentrações entre 0,1 VL (27 mg/m³) e 0,5 VL (135 mg/m³) e **24 l** para concentrações entre 0,5 VL (135 mg/m³) 2 VL (540 mg/m³) e com um caudal entre 0,1 e 0,2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Esters I.* METHOD 14502].
[2] DOCUMENTATION OF THE NIOSH VALIDATION TESTS. S *31*. DHEW (NIOSH) Publication No 77-185.

OUTROS MÉTODOS

[3] INST. *Determinação de ésteres III. (acetato n-propilo, acetato isoamilo, acetato n-amilo) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–041/A99

2005-1599_PT.indd 242 17-10-2006 16:16:46

ACETATO DE PENTILO (Acetato de n-amilo)
N.º CAS: 628-63-7

FICHA N.º 48
Outubro 2004

VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 2 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o acetato de pentilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de pentilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³, para amostras de 2 l de ar [1].
Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros ésteres tais como o acetato de n-propilo e o acetato de isopentilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 2 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,5% (CV = 1,8%)
Precisão: 2,5%
Desvio: -5,7%
Incerteza global: 10,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,1 l/min), a quantidade de acetato de pentilo recolhida será de 810 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 243 17-10-2006 16:16:47

ACETATO DE PENTILO (Acetato de n-amilo) **N.º CAS: 628-63-7**	**FICHA N.º 48** **Outubro 2004**
VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 27 mg/m³ a 540 mg/m³. Este intervalo coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 2 l de ar, captadas em atmosferas geradas, com e sem humidade, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³ de acetato de pentilo equivalentes a 54 µg/amostra. e 1 080 µg/amostra.

A eficácia da dessorção corresponde à média de 24 amostras no intervalo de 44 µg/amostra a 1 020 µg/ /amostra.

REFERÊNCIAS

[1] INST. *Determinação de ésteres III (acetato n-propilo, acetato isoamilo, acetato n-amilo) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–041/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Esters I.* METHOD 14502] *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 244 17-10-2006 16:16:47

ACETATO DE 3-PENTILO
N.º CAS: 620-11-1

FICHA N.º 49
Outubro 2004

VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 2 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o acetato de 3-pentilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de 3-pentilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³, para amostras de 2 l de ar [1].
Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros ésteres tais como o acetato de n-propilo e o acetato de isopentilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 2 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,5% (CV = 1,8%)
Precisão: 2,5%
Desvio: -5,7%
Incerteza global: 10,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,1 l/min), a quantidade de acetato de 3-pentilo recolhida será de 810 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 245 17-10-2006 16:16:47

ACETATO DE 3-PENTILO **N.º CAS: 620-11-1**	**FICHA N.º 49** **Outubro 2004**
VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o acetato de pentilo na validação do mesmo. Dado que o acetato de 3-pentilo tem o mesmo valor-limite e supondo o mesmo comportamento na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para ambos os acetatos os mesmos dados de validação.

REFERÊNCIAS

[1] INST. *Determinação de ésteres III (acetato n-propilo, acetato isoamilo, acetato n-amilo) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–041/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Esters I.* METHOD 14502*] [Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 246 17-10-2006 16:16:47

ACETATO DE TER-AMILO
N.º CAS: 625-16-1

FICHA N.º 50
Outubro 2004

VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 2 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,1 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o acetato de ter-amilo com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de acetato de ter-amilo na atmosfera, num intervalo de concentração de 27 mg/m³ a 540 mg/m³, para amostras de 2 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros ésteres tais como o acetato de n-propilo e o acetato de isopentilo [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,1 l/min
Volume recomendado: 2 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 96,5% (CV = 1,8%)
Precisão: 2,5%
Desvio: -5,7%
Incerteza global: 10,7%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,1 l/min), a quantidade de acetato de ter-amilo recolhida será de 810 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 247 17-10-2006 16:16:48

ACETATO DE TER-AMILO **N.º CAS: 625-16-1**	**FICHA N.º 50** **Outubro 2004**
VL (8 h): 270 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 540 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o acetato de pentilo na validação do mesmo. Dado que o acetato de ter-amilo tem o mesmo valor-limite e supondo o mesmo comportamento na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para ambos os acetatos os mesmos dados de validação.

REFERÊNCIAS

[1] INST. *Determinação de ésteres III (acetato n-propilo, acetato isoamilo, acetato n-amilo) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa.* MTA/MA–041/A99.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Esters I.* METHOD 14502*] [Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 248 17-10-2006 16:16:48

XILENOS (Mistura de isómeros)
N.º CAS: 1330-20-7

FICHA N.º 51
Outubro 2004

VL (8 h): 221 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada no frigorífico durante 21 dias. Dessorve-se o xileno com sulfureto de carbono e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de xileno na atmosfera, num intervalo de concentração de 22 mg/m³ a 450 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

Além disso, permite determinar também, em simultâneo, a presença de outros hidrocarbonetos aromáticos tais como o etilbenzeno, o benzeno, o tolueno e o 1,2,4-trimetilbenzeno [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100 mg/50 mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de sulfureto de carbono
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector de ionização de chama, e coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 98,5% (CV = 1%)
Precisão: 1,3%
Desvio: -7,6%
Incerteza global: 10,2%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método pode ser utilizado para medir concentrações comparáveis com o VL de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,2 l/min), a quantidade de xileno recolhida será de 1 326 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

2005-1599_PT.indd 249 17-10-2006 16:16:48

XILENOS (Mistura de isómeros) **N.º CAS: 1330-20-7**	**FICHA N.º 51** **Outubro 2004**
VL (8 h): 221 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 442 mg/m³, 100 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

Os dados, tanto de eficácia da dessorção, como de precisão, desvio e incerteza global, correspondem aos obtidos para o p-xileno na validação do mesmo. Dado que o o-xileno, o m-xileno, o p-xileno e o xileno mistura têm o mesmo valor-limite e supondo um comportamento similar na captação em carvão activado e posterior dessorção com sulfureto de carbono, assume-se para todos eles os mesmos dados de validação.

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de hidrocarbonetos aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno, p-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno) na atmosfera/Método de adsorção em carvão activado/Cromatografia gasosa* MTA/MA–030/A92.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Xilenos (o-,m-,p-xileno), Ethylbenzene.* METHOD 1002 *[Tubo de carvão activado/Cromatografia gasosa (FID)].*

2005-1599_PT.indd 250 17-10-2006 16:16:48

SULFOTEP (TEDP)
N.º CAS: 3689-24-5

FICHA N.º 52
Outubro 2004

VL (8 h): 0,1 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 240 l de ar através de um amostrador de dois elementos, composto por um filtro de quartzo e um tubo cheio de XAD-2, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 l/min. Dessorve-se a amostra com uma solução de tolueno/acetona e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector fotométrico (FPD).

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não está comprovada a aplicação do método [1] ao SULFOTEP.

O método [1] permite determinar simultaneamente outros pesticidas organofosforados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de quartzo + tubo adsorvente com XAD-2 (270 mg/140 mg).
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: 240 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 2 ml de solução tolueno/ /acetona (9:1).
Técnica analítica: cromatografia gasosa com detector fotométrico (FPD) e coluna capilar DB-5, DB-1, DB--1701, DB-210, ou similar.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: não existem dados disponíveis
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método não está validado para o Sulfotep (ou TEDP), embora o esteja para um grande número de pesticidas organofosforados (19 no total), para os quais obteve, para amostras de 240 l de ar a 1 l/min no intervalo de concentração estudado, um desvio inferior a 10% e uma precisão global inferior a 7,1%.

Esta validação realizou-se em amostras adicionadas, pelas quais se fez passar 240 l de ar, com e sem humidade.

As amostras dos pesticidas organofosforados estudados permanecerão estáveis se pelo menos forem conservadas durante 10 dias à temperatura ambiente e durante 30 dias a 0ºC.

2005-1599_PT.indd 251 17-10-2006 16:16:49

SULFOTEP (TEDP) **N.º CAS: 3689-24-5**	**FICHA N.º 52** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,1 mg/m³	

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Embora no método validado não se fixe um volume de amostragem para o Sulfotep foram propostos 240 l por ser o volume recomendado para a maioria dos organofosforados [1] e ser inferior ao volume máximo recomendado para o Sulfotep num outro método parcialmente validado [2].

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Organophosphorous Pesticides. Manual of Analytical Methods, 4th ed.,* Method 5600.
[2] OSHA. *Chemical Sampling Information. TEDP.* IMIS: 2327.

2005-1599_PT.indd 252 17-10-2006 16:16:49

ÁCIDO FLUORÍDRICO
N.º CAS: 7664-39-3

FICHA N.º 53
Outubro 2004

VL (8 h): 1,5 mg/m³, 1,8 ppm

VL (CURTO PRAZO): 2,5 mg/m³, 3 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume mínimo de 120 l de ar, através de um filtro de PTFE e um filtro de celulose impregnado de uma solução de carbonato de sódio e glicerina, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 2 l/min. Ignora-se o filtro de PTFE e extrai-se o filtro impregnado usando água desionizada, adiciona-se uma solução tampão de bicarbonato/carbonato e analisa-se por cromatografia iónica com um detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de ácido fluorídrico num intervalo de concentração de 0,15 mg/m³ a 3 mg/m³, para amostras de 120 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador inalável contendo um filtro de PTFE de 1 µm e um filtro de celulose (papel) impregnado de uma solução de carbonato de sódio 1 M e glicerina 5% (v/v).
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 2 l/min
Volume recomendado: ab 120 l

ANÁLISE

Preparação: extracção do filtro impregnado de 25 ml de água desionizada, agitação durante 30 minutos, e adição de uma solução tampão de bicarbonato/carbonato.
Técnica analítica: cromatografia iónica com detector de condutividade e coluna separadora de aniões.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras são estáveis e não requerem condições especiais de armazenagem. As condições de armazenagem não estão indicadas no método [1].

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Recuperação: 97,5% (CV= 7,0%)
Precisão: 9,7%
Desvio: 5%
Incerteza global: 24,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método também pode ser utilizado para comparar com o valor-limite de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (2 l/min), a quantidade recolhida será de 75 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

No filtro de PTFE capta-se a matéria particulada (fluoretos particulados) e no filtro impregnado de carbonato de sódio e glicerina as névoas de ácido fluorídrico, o ácido fluorídrico, e outros fluoretos gasosos.

2005-1599_PT.indd 253 17-10-2006 16:16:49

ÁCIDO FLUORÍDRICO **N.º CAS: 7664-39-3**	**FICHA N.º 53** **Outubro 2004**
VL (8 h): 1,5 mg/m³, 1,8 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 2,5 mg/m³, 3 ppm**

Os diâmetros dos filtros do elemento de captação deverão ser adequados ao amostrador inalável utilizado (geralmente, de 25 ou 37 mm).

Alternativamente, quando não exista exposição a névoas de ácido fluorídrico a captação pode efectuar-se por meio de um cassete de poliestireno de 3 peças e utilizando um filtro de mistura de ésteres de celulose para eliminar a matéria particulada.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

A recuperação e a precisão analítica indicadas na ficha correspondem a 36 filtros aos quais foram adicionadas quantidades de fluoreto compreendidas entre os 7,5 µg/filtro e 300 µg/filtro.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Na referência [1] indica-se que a análise de fluoreto também pode efectuar-se por meio de potenciometria com eléctrodo específico. Na análise potenciométrica, a precisão analítica obtida na validação com 36 filtros impregnados aos quais foram adicionadas quantidades de fluoreto compreendidas entre 7,5µg F-/filtro e 300 µg F-/filtro foi de 8,5%.

Neste caso, o filtro é extraído com 5 ml de ácido clorídrico 2,5M durante 30 minutos, agitando de vez em quando. Adicionam-se 25 ml de uma solução de citrato de sódio 1M, e deixa-se em repouso durante 1 hora, agitando de vez em quando. Filtra-se e dilui-se ao volume com água desionizada.

REFERÊNCIAS

[1] HSE. *Hydrogen fluoride and fluorides in air. Methods for the Determination of Hazardous Substances.* MDHS 35/2.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Acids, Inorganic. Manual of Analytical Methods*, 4th ed., Method 7903.
[3] Cassinelli, M.E. *Laboratory Evaluation of Silica Gel Sorbent Tubes for Sampling Hydrogen Fluoride. Am. Ind. Hyg. Assoc.* J., 1986, 47 (4), 219-224.
[4] INSHT. *Determinação simultânea de aniões de ácidos inorgânicos na atmosfera – Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia iónica. Métodos de Recolha de Amostras e Análise.* MTA/MA-019/A90.

2005-1599_PT.indd 254 17-10-2006 16:16:49

PRATA METÁLICA
N.º CAS: 7440-22-4

FICHA N.º 54-1
Outubro 2004

VL (8 h): 0,1 mg/m³,

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um filtro de membrana de ésteres de celulose por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 a 2 l/min. Trata-se a amostra com ácido nítrico concentrado a quente e posteriormente com ácido clorídrico, dilui-se com água desionizada e analisa-se a solução resultante por meio de aspiração à chama de um espectrofotómetro de absorção atómica.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de prata num intervalo de concentração de 0,01 mg/m³ a 0,2 mg/m³, para amostras entre 20 e 100 litros de ar [1].

Este método determina conjuntamente a prata metálica e os sais de prata [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de membrana de ésteres de celulose de 0,8 µm de porosidade e 37 mm de diâmetro.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: entre 1 e 2 l/min
Volume recomendado: entre 20 e 100 l

ANÁLISE

Preparação: infusão em 5 ml de ácido nítrico concentrado a quente até quase secar, adição de 1,5 ml de ácido clorídrico concentrado, ligeiramente aquecido e diluição até 10 ml com água desionizada.
Técnica analítica: espectrofotometria de absorção atómica com chama.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não se indicam precauções específicas.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 8,3%
Desvio: -2,2%
Incerteza global: 18,8%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1]:

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a 270 filtros aos quais foram adicionadas quantidades de prata compreendidas entre 1 e 4 µg por filtro.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

2005-1599_PT.indd 255 17-10-2006 16:16:50

PRATA METÁLICA **N.º CAS: 7440-22-4**	**FICHA N.º 54-I** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,1 mg/m³,	

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 100 l para concentrações entre 0,1 VL (0,01 mg/m³) e 0,5 VL (0,05 mg/m³) e **20 l** para concentrações entre 0,5 VL (0,05 mg/m³) 2 VL (0,2 mg/m³) e com um caudal entre ml/min e 2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Metal & Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (Atomic Absorption).* Sampling & Analytical Methods, Method N.º ID-121.

OUTROS MÉTODOS

[2] INSHT. *Determinação de metais e respectivos compostos iónicos na atmosfera. Método de filtro de membrana/ /Espectrofotometria de Absorção Atómica. Métodos de Recolha de Amostras e Análise.* MTA/MA-025/A92.
[3] OSHA. *ICP Analysis of Metal/Metalloid Particulates from Solder Operations.* Sampling & Analytical Methods, Method N.º ID-206.
[4] OSHA. *ICP Backup Data Report for OSHA Method N.º ID-206 for Soldering-Brazing Matrices (ARL 3560).*
[5] NIOSH. *Elements by ICP.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7300.

2005-1599_PT.indd 256 17-10-2006 16:16:50

PRATA METÁLICA
N.º CAS: 7440-22-4

FICHA N.º 54-2
Outubro 2004

VL (8 h): 0,1 mg/m³,

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um filtro de membrana de ésteres de celulose por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 2 l/min. Trata-se a amostra com uma mistura de ácidos clorídrico e nítrico concentrados a quente, dilui-se com água desionizada e analisa-se a solução obtida por meio de plasma acoplado por indução — espectroscopia de emissão atómi-ca (ICP-AES).

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de prata num intervalo de concentração de 0,01 mg/m³ a 0,2 mg/m³, para amostras entre 50 e 220 litros de ar [1].

Este método determina conjuntamente a prata metálica e os sais de prata.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de membrana de ésteres de celulose de 0,8 µm de porosidade e 37 mm de diâmetro.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 2 l/min
Volume recomendado: entre 50 e 220 l

ANÁLISE

Preparação: tratamento do filtro com 8 ml de ácido clorídrico e 2 ml de ácido nítrico concentrados a quente. Reduz-se o volume até 0,5 ml, acrescentam-se 3 ml de ácido clorídrico concentrado e dilui-se até 10 ml com água desionizada.
Técnica analítica: plasma acoplado por indução — espectroscopia de emissão atómica (ICP-AES).

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não se indicam precauções específicas.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 6,6% [1]
Desvio: 3,6% [1]
Incerteza global: 16,9% [1]

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1]:

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a 18 filtros aos quais foram adicionadas quantidades de prata compreendidas entre 2,2 µg/filtro e 10,1 µg/filtro.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

2005-1599_PT.indd 257 17-10-2006 16:16:50

PRATA METÁLICA **N.º CAS: 7440-22-4**	**FICHA N.º 54-2** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,1 mg/m³,	

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 220 l para concentrações entre 0,1 VL (0,01 mg/m³) e 0,5 VL (0,05 mg/m³) e 50 l para concentrações entre 0,5 VL (0,05 mg/m³) 2 VL (0,2 mg/m³) e com um caudal entre 1 l/min e 2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *ICP Backup Data Report for OSHA Method N.º ID-206 for Soldering-Brazing Matrices (ARL 3560).*
[2] OSHA. *ICP Analysis of Metal/Metalloid Particulates from Solder Operations.* Sampling & Analytical Methods, Method N.º ID-206.

OUTROS MÉTODOS

[3] NIOSH. *Elements by ICP.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7300.
[4] INSHT. *Determinação de metais e respectivos compostos iónicos na atmosfera. Método de filtro de membrana/ /Espectrofotometria de Absorção Atómica.* Métodos de Recolha de Amostras e Análise. MTA/MA-025/A92.
[5] OSHA. *Metal & Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (Atomic Absorption).* Method N.º ID-121.

2005-1599_PT.indd 258 17-10-2006 16:16:51

ÁCIDO CLORÍDRICO
N.º CAS: 7647-01-0

FICHA N.º 55
Outubro 2004

VL (8 h): 8 mg/m³, 5 ppm

VL (CURTO PRAZO): 15 mg/m³, 10 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 15 l de ar através de um tubo cheio de 400/200 mg de gel de sílica precedido de um tampão de lã de vidro silanizada, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 21 dias. Dessorve-se a amostra a quente com uma solução tampão de bicarbonato/carbonato e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo iónico equipado com detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de ácido clorídrico num intervalo de concentração de 0,8 mg/m³ a 16 mg/m³, para amostras de 15 litros de ar [1].

Este método permite a determinação simultânea dos aniões de outros ácidos inorgânicos, tais como o ácido fluorídrico, o ácido bromídrico, o ácido nítrico, o ácido ortofosfórico e o ácido sulfúrico [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de gel de sílica (400/200mg) de 20/40 malhas, precedido de um tampão de lã de vidro silanizada (ou um filtro de fibra de vidro de 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura).
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: 0,2 l/min
Volume recomendado: 15 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção conjunta da primeira secção de gel de sílica e do tampão de lã de vidro, com 10 ml de solução tampão de bicarbonato/carbonato (1,7 mM/1,8 mM) durante 10 minutos num banho de água em ebulição.
Técnica analítica: cromatografia iónica com detector de condutividade, e coluna separadora de aniões.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 5,9%
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método também pode ser utilizado para comparar com o valor-limite de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,2 l/min), a quantidade recolhida será de 4,5 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

As partículas de sais de ácido clorídrico interferem.

2005-1599_PT.indd 259 17-10-2006 16:16:51

ÁCIDO CLORÍDRICO **N.º CAS: 7647-01-0**	**FICHA N.º 55** **Outubro 2004**
VL (8 h): 8 mg/m³, 5 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 15 mg/m³, 10 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1]:

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações de 0,14 mg/m³ a 14 mg/m³. Este intervalo inclui o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão indicada na ficha corresponde ao conjunto de amostras captadas num intervalo de concentração de 0,14 mg/m³ a 14 mg/m³ de ácido clorídrico.

As partículas de sais de ácido clorídrico se estão presentes serão captadas no tampão de lã de vidro silanizada (ou no filtro de fibra de vidro).

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

O método NIOSH 7903 [1] não especifica o volume de amostragem para o ácido clorídrico, mas refere que se trata de um formato revisto do P&CAM 339 [4], no qual se recomenda um volume de captação de 15 litros, volume que aparece como recomendado na ficha.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Acids, Inorganic.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7903.

OUTROS MÉTODOS

[2] INSHT. *Determinação simultânea de aniões de ácidos inorgânicos na atmosfera. Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia iónica.* Métodos de Recolha de Amostras e Análise. MTA/MA-019/A90.
[3] DFG. *Volatile inorganic acids (HCl, HBr, HNO3).* Analysis Hazardous Substances in air. Vol. 6, pág. 211.
[4] NIOSH. *Inorganic Acids. Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 7, P& CAM 339.*

2005-1599_PT.indd 260 17-10-2006 16:16:51

ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO
N.º CAS: 7664-38-2

FICHA N.º 56
Outubro 2004

VL (8 h): 1 mg/m³

VL (CURTO PRAZO): 2 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 420 l de ar através de um filtro de quartzo, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 3,5 l/min. As amostras podem ser conservadas durante, pelo menos, uma semana à temperatura ambiente e durante 28 dias no frigorífico. Dessorve-se a amostra com uma solução tampão de bicarbonato/carbonato e analisa-se a solução obtida filtrada num cromatógrafo iónico equipado com detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de ácido ortofosfórico num intervalo de concentração de 0,1 mg/m³ a 2 mg/m³, para amostras de 420 litros de ar [1].

Este método permite a determinação simultânea de ácido sulfúrico [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: porta filtros ou cassete com um filtro de quartzo de 37 mm de diâmetro.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 3,5 l/min
Volume recomendado: 420 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção do filtro com 4 ml de solução de bicarbonato/carbonato (0,3 mM/2,7 mM), agitar cuidadosamente, manter durante 15 minutos em banho de ultra-sons e filtrar a solução.
Técnica analítica: cromatografia iónica com detector de condutividade.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras preparadas por deposição não apresentarão perdas se forem conservadas durante 4 semanas, na primeira semana à temperatura ambiente, e o tempo restante no frigorífico.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 3,2%
Desvio: -3%
Incerteza global: 9,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Este método também pode ser utilizado para comparar com o valor-limite de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (3,5 l/min), a quantidade recolhida será de 105 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.
As partículas de sais do ácido ortofosfórico interferem.

2005-1599_PT.indd 261 17-10-2006 16:16:52

ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO **N.º CAS: 7664-38-2**	**FICHA N.º 56** **Outubro 2004**
VL (8 h): 1 mg/m³	**VL (CURTO PRAZO): 2 mg/m³**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1]:

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações de 0,01 mg/m³ a 2 mg/m³. Este intervalo inclui o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

O método foi validado, com amostras preparadas por deposição, para determinação de ácido ortofosfórico num intervalo de concentração de 0,01 mg/m³ a 2 mg/m³, para amostras de 420 litros de ar, equivalente a 4,2 µg/amostra e 840 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

[1] DFG. *Inorganic acids mists (H2SO4, H3PO4).* Analysis Hazardous Substances in air. Vol. 6, p. 67.

OUTROS MÉTODOS

[2] NIOSH. *Acids, Inorganic.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7903.
[3] INSHT. *Determinação simultânea de aniões de ácidos inorgânicos na atmosfera. Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia iónica.* Métodos de Recolha de Amostras e Análise. MTA/MA-019/A90.
[4] OSHA. *Acid mist in workplace atmospheres.* Method n.º ID-165SG.

2005-1599_PT.indd 262 17-10-2006 16:16:52

AMONÍACO, anidro
N.º CAS: 7664-41-7

FICHA N.º 57
Outubro 2004

VL (8 h): 14 mg/m³, 20 ppm

VL (CURTO PRAZO): 36 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 500/250 mg de bolas de carvão tratadas com ácido sulfúrico, precedido de um filtro de membrana de ésteres de celulose de 37 mm de diâmetro e 0,8 micras de porosidade, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 0,5 l/min. A amostra pode ser armazenada durante pelo menos um mês à temperatura ambiente. Dessorve-se a amostra com água desionizada e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo iónico equipado com detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de amoníaco num intervalo de concentração de 2,8 mg/m³ (0,2 VL) a 28 mg/m³ (2 VL), para amostras entre 60 litros e 160 litros [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de mistura de ésteres de celulose de 37 mm e 0,8 µm + tubo de pérolas de carvão (500/250 mg) de 20/30 malhas impregnadas de ácido sulfúrico.
Bomba de amostragem: individual polivalente
Caudal recomendado: 0,5 l/min
Volume recomendado: 60 bis 160 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção de cada secção do tubo com 10 ml de água desionizada. Agitar vigorosamente durante 30 segundos e deixar em repouso durante, pelo menos, 1 hora.
Technik: cromatografia iónica com detector de condutividade e coluna separadora de catiões.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 29 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 99, % (CV= 3,1%) [2]
Precisão: 7,7% [2]
Desvio: 3,4% [2]
Incerteza global: 18,8% [2]

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Não está comprovada a aplicabilidade do método para realizar medições tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo.

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (0,5 l/min), a quantidade recolhida será de 270 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método.

O filtro é utilizado para eliminar as interferências de partículas ou de sais de amónio [1].

2005-1599_PT.indd 263 17-10-2006 16:16:52

AMONÍACO, anidro **N.º CAS: 7664-41-7**	**FICHA N.º 57** **Outubro 2004**
VL (8 h): 14 mg/m³, 20 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 36 mg/m³, 50 ppm**

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1] [2]:

O método [1] está validado para o intervalo de concentrações 21,8 mg/m³ a 72,2 mg/m³. Este intervalo não coincide com o intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.

A precisão e desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 21 l de ar, captadas, a 0,1 l/min em atmosferas geradas, com humidade média de 50%,e num intervalo de concentração de 21,8 mg/m³ a 72,2 mg/m³ de amoníaco, equivalente a 460 µg/amostra e 1 520 µg/amostra [2].

A eficácia da dessorção corresponde à média de 20 amostras no intervalo de 350 µg/amostra a 1 640 µg/amostra [2].

Na captação de amostras de 183 mg/m³, geradas com uma humidade de 50% e 25ºC, não se observou qualquer breakthrough após uma amostragem de 335 minutos com um caudal de 0,1 l/min (6 000 µg amo-níaco/amostra) [1][2].

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 160 l para concentrações entre 0,2 VL (2,8 mg/m³) e 0,5 VL (7 mg/m³) e 60 l para concentrações entre 0,5 VL (7mg/m³) e 2 VL (28 mg/m³), com um caudal de 0,5 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha. Este caudal de 0,5 l/min é o recomendado nas medições de curta duração [1], podendo por isso considerar-se adequado para captar o volume de amostra necessário.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Ammonia in workplace atmospheres-solid sorbent.,* Method N.ºID-188.

[2] OSHA. *Ammonia Backup Data Report Method Nº ID-188.*

OUTROS MÉTODOS

[3] NIOSH. *Ammonia by IC.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 6016 Captação com tubo adsorvente de gel de sílica tratado com ácido sulfúrico e análise por cromatografia iónica.

[4] NIOSH. *Ammonia.* Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 5, Method S347 Captação com tubo de gel de sílica tratado com ácido sulfúrico e análise potenciométrica do ião amónio.

[5] DFG. *Ammonia.* Analysis Hazardous Substances in air. Vol. 2, 31-41, Captação através de uma solução de ácido sulfúrico e análise colorimétrica do ião amónio.

[6] INRS. *Ammoniac et sels d'amonium.* Ficha 013: Captação com filtro de quartzo impregnado de ácido sulfúrico e glicerina e análise por cromatografia iónica.

2005-1599_PT.indd 264 17-10-2006 16:16:52

FLÚOR
N.º CAS: 7782-41-4

FICHA N.º 58
Outubro 2004

VL (8 h): 1,58 mg/m³, 1 ppm

VL (CURTO PRAZO): 3,16 mg/m³, 2 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume máximo de 480 l de ar através de um borbulhador contendo uma solução diluída de hidróxido de sódio, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal máximo de 1 l/min. Na solução obtida, analisa-se potenciometricamente o conteúdo em ião fluoreto com um eléctrodo específico.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Não determinado.

Este método permite a captação e determinação conjunta de flúor, ácido fluorídrico e outros fluoretos gasosos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: borbulhador contendo 15 ml de hidróxido de sódio 0,1N [1]
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: máximo 1 l/min [1]
Volume recomendado: máximo 480 l [1]

ANÁLISE

Preparação: dilui-se a solução amostra de cada borbulhador a 25 ml com NaOH 0,1N. Toma-se um volume da solução obtida e mistura-se com igual volume de TISAB (tampão para o ajustamento da força iónica total) [2].
Técnica analítica: potenciométrica com eléctrodo de ião específico de fluoreto [2].

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: não existem dados disponíveis
Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: baixo

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O flúor converte-se em ião fluoreto ao borbulhar através de uma solução de hidróxido de sódio, podendo determinar-se a sua concentração equivalente aplicando um método para ácido fluorídrico ou fluoretos.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO [1] [2]:

O método de recolha de amostras e análise indicado na ficha não está validado no seu conjunto.

2005-1599_PT.indd 265 17-10-2006 16:16:53

FLÚOR **N.º CAS: 7782-41-4**	**FICHA N.º 58** **Outubro 2004**
VL (8 h): 1,58 mg/m³, 1 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 3,16 mg/m³, 2 ppm**

PROPOSTA DE MÉTODO:

O método indicado na ficha é na realidade uma proposta de método, já que actualmente não se dispõe de qualquer método validado para determinar o flúor.

A proposta consiste na **captação** de flúor numa solução diluída de hidróxido de sódio, como se indica na referência **[1]**, e na posterior **determinação potenciométrica** do ião fluoreto com eléctrodo específico, como se indica na referência **[2]**.

Na referência [1] indicam-se apenas os valores de amostragem máximos: 1 l/min de caudal e 480 litros de volume.

NOTA

O método OSHA ID-110 [3] indicado na referência [1], para a determinação analítica do conteúdo de **ião fluoreto**, utiliza um filtro para a captação da amostra, ao passo que o método validado NIOSH S-176 [2] tem por base a captação numa solução de NaOH 0,1N e posterior determinação potenciométrica do ião fluoreto com eléctrodo específico.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Chemical Sampling Information.* IMIS: 1270, USA.
[2] NIOSH. *Hydrogen Fluoride.* Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 3, Method S-176.

OUTROS MÉTODOS

[3] OSHA. *Fluoride (F– and HF) in workplace atmospheres.,* Method N.º ID-110.
[4] OTEY MG.; PULLEY H. *Determination of Gaseous Fluorine in Air. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1973; 34, 418-20.*
[5] LYON J. S. *Observations on Personnel Working with Fluorine at a Gaseous Diffusion Plant. J.* of Occup. Med., 1962, Vol. 4 (49), 199-201.

2005-1599_PT.indd 266 17-10-2006 16:16:53

HIDRETO DE SELÉNIO
N.º CAS: 7783-07-5

FICHA N.º 59
Outubro 2004

VL (8 h): 0,07 mg/m³, 0,02 ppm

VL (CURTO PRAZO): 0,17 mg/m³, 0,05 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um borbulhador contendo 10 ml de água desionizada com um caudal máximo de 1 l/min. Analisa-se a solução obtida por espectrofotometria de absorção atómica com câmara de grafite (EAAS).

CAMPO DE APLICAÇÃO

O intervalo de aplicação não está definido.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: borbulhador contendo 10 ml de água desionizada.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: máximo 1 l/min
Volume recomendado: entre 240 l e 480 l

ANÁLISE

Preparação: completa-se a solução amostra obtida até ao volume.
Técnica analítica: Espectrofotometria de absorção atómica com câmara de grafite (EAAS).

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não foram estudados.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Os dados indicados na ficha são os indicados na referência bibliográfica [1], na qual se propõe que se analise o selénio correspondente ao hidreto de selénio captado, aplicando o método OSHA ID-105 validado para arsénico inorgânico por absorção atómica com câmara de grafite [2].

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

A OSHA também dispõe para a recolha de amostras e análise de selénio na atmosfera de um método, parcialmente validado, baseado na determinação do selénio por absorção atómica com câmara de grafite [3].

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. Hydrogen Selenide (as Se). IMIS 1474.
[2] OSHA. *Inorganic Arsenic in workplace atmospheres,* Method N.º ID-105.

2005-1599_PT.indd 267 17-10-2006 16:16:53

HIDRETO DE SELÉNIO **N.º CAS: 7783-07-5**	**FICHA N.º 59** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,07 mg/m³, 0,02 ppm	**VL (CURTO PRAZO): 0,17 mg/m³, 0,05 ppm**

OUTROS MÉTODOS

[3] OSHA. *Selenium.,* Method N.º ID-1335G.
[4] HETLAND. *S. et al. Species analysis of inorganic compounds in workroom air by Atomic Espectroscopy. Analytical Sciences, Supplement 1991, Vol.7, 1029-1032.*
[5] Critera document for hydrogen selenide. Occupational exposure limits. *Health and Safety. Report EUR 14239 EN (1992).*
[6] Arbeidsmilj Instituttet (1990). *Personal comunication. National Institute of Occupational Health, Glydas vei 8, PB 8149 Dep N-0033.*

2005-1599_PT.indd 268 17-10-2006 16:16:53

ÁCIDO BROMÍDRICO
N.º CAS: 10035-10-6

FICHA N.º 60
Outubro 2004

VL (CURTO PRAZO): 6,7 mg/m³, 2 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 400/200 mg de gel de sílica precedido de um tampão de lã de vidro silanizada, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,2 e 0,5 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 21 dias. Dessorve-se a amostra a quente com uma solução tampão de bicarbonato/carbonato de sódio e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo iónico equipado com detector de condutividade.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método não está concebido para fazer comparações com o valor-limite de curto prazo (ver modificações ao método).

Este método é aplicável para a determinação de ácido bromídrico num intervalo de concentração de 2 mg/m³ a 20 mg/m³, para amostras de 50 litros de ar [1].

Este método permite a determinação simultânea dos aniões de outros ácidos inorgânicos, tais como o ácido fluorídrico, o ácido clorídrico, o ácido nítrico, o ácido ortofosfórico e o ácido sulfúrico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo de gel de sílica (400/200 mg) de 20/40 malhas, precedido de um tampão de lã de vidro silanizada (ou um filtro de fibra de vidro de 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura).
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: entre 0,2 e 0,5 l/min [1]
Volume recomendado: ≥ 15 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção de cada secção do tubo com 10 ml de solução de bicarbonato/carbonato (1,7 mM/1,8 mM) durante 10 minutos num banho de água em ebulição.
Técnica analítica cromatografia iónica com detector de condutividade e coluna separadora de aniões.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 21 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: não existem dados disponíveis
Desvio: não existem dados disponíveis
Incerteza global: não existem dados disponíveis

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

As partículas de sais de ácido bromídrico interferem.

2005-1599_PT.indd 269 17-10-2006 16:16:54

ÁCIDO BROMÍDRICO
N.º CAS: 10035-10-6

FICHA N.º 60
Outubro 2004

VL (CURTO PRAZO): 6,7 mg/m³, 2 ppm

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a determinação de ácido bromídrico no intervalo de concentração de 2 mg/m³ a 20 mg/m³, em amostras de 50 litros de ar, equivalente a 100 µg/amostra e 1 000 µg/amostra.

As partículas de sais de ácido bromídrico se estão presentes serão captadas no tampão de lã de vidro silanizada (ou no filtro de fibra de vidro).

NOTAS

Não está comprovada a aplicabilidade do método para medições de ácido bromídrico tendo por objectivo a comparação com o valor-limite de curto prazo,

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal máximo recomendado (0,5 l/min), a quantidade recolhida será de 50 µg/amostra, quantidade não incluída no intervalo de aplicação do método. Para aumentar a quantidade recolhida a 100 µg/amostra (limite inferior do intervalo estudado), seria necessário utilizar pelo menos 15 l a 1 l/min

Tratando-se de um gás, seria necessário comprovar esta modificação, calculando o volume de *breakthrough* com o referido caudal, uma vez que a humidade e o caudal podem afectar a capacidade de captação do amostrador.

REFERÊNCIAS

[1] NIOSH. *Acids, Inorganic.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7903.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Volatile inorganic acids (HCl, HBr, HNO_3).* Analysis Hazardous Substances in air, Vol. 6, p. 211 [*Captação com tubo de gel de sílica e análise por cromatografia iónica*].
[3] INSHT. *Determinação simultânea de aniões de ácidos inorgânicos na atmosfera. Método de adsorção em gel de sílica/Cromatografia iónica. Métodos de Recolha de Amostras e Análise.* MTA/MA-019/A90 *[Captação com tubo de sílica gel e análise por cromatografia iónica].*
[4] NIOSH. *Hydrogen Bromide.* Manual of Analytical Methods, 2nd ed., Vol. 3, Method S-175 *[Captação com impinger e análise potenciométrica com eléctrodo específico].*

2005-1599_PT.indd 270 17-10-2006 16:16:54

AZIDA DE SÓDIO
N.º CAS: 26628-22-8

FICHA N.º 61
Outubro 2004

VL (8 h): 0,1 mg/m³

VL (CURTO PRAZO): 0,3 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um tubo cheio de 150/75 mg de gel de sílica impregnada de uma base, precedido de um pré-filtro de PVC, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 1 l/min. A amostra deve ser enviada para o laboratório o mais rapidamente possível e conservada num frigorífico. Dessorve-se a amostra com uma solução de bicarbonato/carbonato de sódio e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo iónico equipado com um detector UV.

CAMPO DE APLICAÇÃO

O método pode ser utilizado para a determinação de azida de sódio num intervalo de concentração de 0,01 mg/m³ a 0,2 mg/m³ para amostras entre 15 l e 75 l de ar [1].

Este método determina as partículas de azida de sódio (NaN_3) e os vapores de ácido hidrazóico (HN_3), podendo estender-se a sua aplicação a outros compostos de azida.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro PVC de 37 mm de diâmetro e 5 µm de porosidade + tubo adsorvente de gel de sílica (150/75 mg) impregnada de hidróxido de sódio.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 1 l/min
Volume recomendado: entre 15 e 75 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção filtro com 5 ml de solução de carbonato/bicarbonato (0,9 mM/0,9 mM). Dessorção conjunta da primeira secção do tubo e do tampão de lã de vidro com 3 ml de solução dessorvente. Deixar em repouso durante, pelo menos, 60 min, agitando de vez em quando.
Técnica analítica: cromatografia iónica com detector UV variável a 210 nm.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas significativas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas nos 10 dias seguintes. No entanto, recomenda-se que sejam enviadas para o laboratório o mais rapidamente possível e que fiquem conservadas no frigorífico até à realização da análise. As amostras conservadas no frigorífico não apresentam perdas significativas ao fim de 30 dias.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 100,1% (CV= 2,3%)
Precisão: 5,3%
Desvio: -4,5%
Incerteza global: 15,1%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

O método pode ser utilizado para comparar com o valor-limite de curto prazo.

2005-1599_PT.indd 271 17-10-2006 16:16:54

AZIDA DE SÓDIO **N.º CAS: 26628-22-8**	**FICHA N.º 61** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,1 mg/m³	**VL (CURTO PRAZO): 0,3 mg/m³**

Para tempos de amostragem de 15 minutos, e com o caudal recomendado (1 l/min), a quantidade recolhida será de 4,5 µg/amostra, quantidade incluída no intervalo de aplicação do método.

O vapor de ácido hidrazóico (H_3N) coexiste com a azida de sódio (NaN_3) nos locais de trabalho quando se capta a azida na presença de humidade. As partículas de azida de sódio são captadas no filtro de PVC ou no tampão de lã de vidro do tubo de amostragem. O ácido hidrazóico é captado e convertido a azida de sódio no tubo adsorvente de sílica gel impregnada de hidróxido de sódio.

O pré-filtro de PVC pode ser substituído por um filtro de fibra de vidro, tipo A.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método foi validado para amostras de 5 litros de ar num intervalo de concentração de 0,057 ppm a 0,263 ppm como ácido hidrazóico (H_3N), o que equivale a 0,15 mg/m³ e 0,71 mg/m3 como azida de sódio (0,75--3,55 µg/amostra).

Na captação de amostras geradas com uma concentração em ácido hidrazóico de 0,9 ppm (equivalente a 2,43 mg/m³ como azida de sódio), não se observou qualquer *breakthrough* após uma amostragem de 30 minutos com um caudal de 1 l/min (73 µg/amostra).

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos **75 l** para concentrações entre 0,1 VL (0,01 mg/m³) e 0,5 VL (0,05 mg/m³) e **15 l** para concentrações entre 0,5 VL (0,05mg/m³) 2 VL (0,2 mg/m³), com um caudal de 1 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *Sodium azide and hydrazoic in workplace atmospheres*., Method Nº ID-211.

2005-1599_PT.indd 272 17-10-2006 16:16:54

1-METIL-2-METOXIETOXI-PROPANOL
N.º CAS: 34590-94-8

FICHA N.º 62
Outubro 2004

VL (8 h): 308 mg/m³, 50 ppm

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar 10 l de ar através de um tubo cheio de 100/50 mg de carvão activado por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal entre 0,1 l/min e 0,2 l/min. A amostra pode ser conservada à temperatura ambiente durante 15 dias. Dessorve-se o metil-2-metoxietoxi-propanol com 1 ml de diclorometano contendo 5% de metanol e analisa-se a solução obtida num cromatógrafo de gás equipado com detector de ionização de chama.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de vapores de metil-2-metoxietoxi-propanol na atmosfera, num intervalo de concentração de 30 mg/m³ a 600 mg/m³, para amostras de 10 l de ar [1].

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: tubo padrão de carvão activado (100mg/50mg)
Bomba de amostragem: individual tipo G
Caudal recomendado: entre 0,1 l/min e 0,2 l/min
Volume recomendado: 10 l

ANÁLISE

Preparação: dessorção com 1 ml de diclorometano contendo 5% (v/v) de metanol
Técnica analítica: cromatografia gasosa com coluna capilar de FFAP ou qualquer outra capaz de separar os analitos de interesse, e com detector de ionização de chama.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas significativas se, depois de concluída a amostragem, forem conservadas à temperatura ambiente e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Eficácia da dessorção: 98,6% (CV = 1,1%)
Precisão: 0,1%
Desvio: 0,2%
Incerteza global: 0,4%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação complexa
Custo económico: médio

2005-1599_PT.indd 273 17-10-2006 16:16:55

1-METIL-2-METOXIETOXI-PROPANOL
N.º CAS: 34590-94-8

FICHA N.º 62
Outubro 2004

VL (8 h): 308 mg/m³, 50 ppm

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

O método [1] está validado para a concentração de 606 mg/m³ (2 VL). Este valor coincide com o limite superior do intervalo de concentrações de 0,1 VL a 2 VL referente ao valor-limite actual para 8 horas.
A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a amostras de 10 l de ar, captadas em atmosferas geradas com humidade, e a uma concentração de 606 mg/m³, o que equivale a 6 000 µg/amostra.
A eficácia da dessorção corresponde à média de 30 amostras no intervalo de 300 µg/amostra a 12 000 µg/amostra.

REFERÊNCIAS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

[1] OSHA. *Dipropylene glycol methyl ether.* METHOD 101.

2005-1599_PT.indd 274 17-10-2006 16:16:55

FLUORETOS INORGÂNICOS
N.º CAS:

FICHA N.º 63
Outubro 2004

VL (8 H): 2,5 MG/M³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um mínimo de 150 l de ar através de um filtro de ésteres de celulose e um filtro de celulose impregnado de uma solução de carbonato de sódio e glicerina, por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 2 l/min. Extraem-se os filtros juntamente com uma solução de ácido clorídrico e uma solução de citrato de sódio. Analisa-se a solução obtida num potenció-metro equipado com um eléctrodo específico de ião fluoreto.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de fluoretos totais num intervalo de concentração de 0,25 mg/m³ a 5 mg/m³, para amostras de 150 litros de ar [1].

Este método permite a determinação de fluoretos totais (como F-), particulados e gasosos, de forma conjunta ou diferenciada se os dois filtros forem analisados separadamente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: amostrador inalável contendo um filtro de mistura de ésteres de celulose de 0,8 µm e um filtro de celulose (papel) impregnado de uma solução de carbonato de sódio 1 M e glicerina 5% (v/v).
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 2 l/min
Volume recomendado: mínimo 150 l

ANÁLISE

Preparação: extracção conjunta dos filtros com ácido clorídrico 2,5M durante 30 min agitando de vez em quando. Adicionar solução de citrato de sódio 1M e deixar em repouso durante 1 hora, agitando de vez em quando. Filtrar e diluir o volume com água desionizada.
Técnica analítica: potenciometria com eléctrodo de ião específico de fluoretos.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras são estáveis e não requerem condições especiais de armazenagem.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Recuperação: 100,4% (CV = 3,3%) F– PARTICULADOS E 97,5% (CV = 7,0%) F– GASOSOS
Precisão: 5,3% (F– particulados) e 8,5% (F– gasosos)
Desvio: 5%
Incerteza global: 15,6% (F– particulados) e 22% (F– gasosos)

OUTRAS CARACTERÍSTICAS E

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: baixo

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

Os diâmetros dos filtros do elemento de captação deverão ser adequados ao amostrador inalável utilizado (geralmente, de 25 ou 37 mm).
No filtro de membrana de ésteres de celulose, captam-se os fluoretos particulados e, no filtro de celulose impregnado de carbonato de sódio e glicerina, as nuvens de ácido fluorídrico, o fluoreto de hidrogénio e outros fluoretos gasosos.

2005-1599_PT.indd 275 17-10-2006 16:16:55

FLUORETOS INORGÂNICOS **N.º CAS:**	**FICHA N.º 63** **Outubro 2004**
VL (8 H): 2,5 MG/M³	

Em alternativa, se não existir exposição a fluoretos gasosos e/ou nuvens de ácido fluorídrico, o filtro impregnado pode ser posto de lado e utilizar-se apenas o filtro de mistura de ésteres de celulose como elemento de captação para os fluoretos particulados.

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO: [1]

As recuperações e precisões analíticas indicadas na ficha correspondem a 36 filtros de celulose impregnados adicionados com quantidades de fluoretos compreendidas entre 7,5 µg/filtro e 300 µg/filtro (fluoretos gasosos) e a 96 filtros de membrana de ésteres de celulose adicionados com quantidades de fluoretos compreendidas entre 36 µg/filtro e 4 800 µg/filtro (fluoretos particulados).

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

No caso dos fluoretos particulados, para se poderem utilizar os valores de recuperação e precisão do método validado e associá-los ao valor-limite actual para 8 horas, é necessário estabelecer um volume de amostragem recomendado. Para que seja correspondente à quantidade captada, em concentrações de fluoretos particulados na atmosfera desde 0,1 VL a 2 VL, será necessário amostrar pelo menos **150 l**, com um caudal de 2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

Alguns fluoretos particulados só podem dissolver-se por meio de um tratamento da amostra mais vigoroso, por exemplo, uma fusão alcalina. Nestes casos deveria aplicar-se um método alternativo [2].

REFERÊNCIAS

[1] HSE. *Hydrogen fluoride and fluorides in air.* MDHS 35/2.

OUTROS MÉTODOS

[2] OSHA. *Fluoride (F– and HF) in workplace atmospheres.* Method ID-110.

Tratamento por meio de uma fusão alcalina num cresol. O resíduo é dissolvido com água e neutralizado com ácido HCl. Adição de solução tampão de Tris Tartrato (T-T) e análise potenciométrica com eléctrodo específico de ião fluoreto. O método está validado para um intervalo de aplicação entre 350 e 770 µg de F-/amostra.

2005-1599_PT.indd 276 17-10-2006 16:16:55

ANEXO 6
FICHAS DE MÉTODOS ANALÍTICOS DO CHUMBO E RESPECTIVOS COMPOSTOS IÓNICOS NA ATMOSFERA E NO SANGUE

2005-1599_PT.indd 277 17-10-2006 16:16:56

2005-1599_PT.indd 278 17-10-2006 16:16:56

CHUMBO NO SANGUE
N.º CAS: 110-85-0

FICHA N.º 64
Outubro 2004

VLB: 75 µg de Pb/100 ml de sangue

RESUMO DO MÉTODO

Recolhem-se as amostras de sangue em tubos de polietileno contendo EDTA K_2 (sal dipotássico do ácido etilenodiaminotetracético) como anticoagulante.

Dilui-se o sangue com um tensioactivo a fim de facilitar a hemólise. Procede-se à quantificação do chumbo presente por meio de espectrofotometria de absorção atómica a 283,3 nm, utilizando câmara de grafite com plataforma de L'vov e modificação de matriz.

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método permite a determinação de chumbo no sangue num intervalo de concentração de 5 a 100 µg de Pb/100 ml de sangue (0,24 a 4,82 µmol/litro), e é aplicável ao controlo da população laboral potencialmente exposta a chumbo metálico e respectivos compostos iónicos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Recolhe-se a amostra de sangue venoso extraído com uma seringa de polietileno ou poliestireno em tubos de polietileno de 5 ml contendo EDTA K2 como anticoagulante, e mistura-se cuidadosamente.

ANÁLISE

Preparação: 50 µl de sangue + 600 µl do modificador de matriz (dihidrogenofosfato (V) de amónico).
Técnica analítica: espectrofotometria de absorção atómica a 283,3 nm, utilizando câmara de grafite com plataforma de L'vov.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

As amostras não apresentarão perdas se forem conservadas no frigorífico e analisadas num prazo de 15 dias a seguir à sua captação.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 2,5%
Desvio: não é significativo
Incerteza global: 5%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: médio

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO:

Este método foi validado, utilizando os materiais de referência certificados do BCR (CRM n.º 194, 195 e 196). Além disso, foi submetido a um ensaio de intercomparação laboratorial desenvolvido de acordo com a Norma ISO 5725, o qual permitiu obter a repetibilidade e reprodutibilidade do método.
O limite de detecção do chumbo no sangue, calculado através de uma amostra real de concentração próxima do branco e de acordo com a definição da IUPAC, é de 1,5 µg Pb/100 ml de sangue.

2005-1599_PT.indd 279 17-10-2006 16:16:56

BLEI im Blut **N.º CAS: 110-85-0**	**FICHA N.º 64** **Outubro 2004**
VLB: 75 µg de Pb/100 ml de sangue	

REFERÊNCIAS

[1] INSHT. *Determinação de chumbo no sangue. Método de câmara de grafite. Espectrometria de Absorção Atómica.* MTA/MB-011/R92.

2005-1599_PT.indd 280 17-10-2006 16:16:56

CHUMBO inorgânico e respectivos compostos
N.º CAS: 7439-92-1

FICHA N.º 65
Outubro 2004

VL (8 h): 0,15 mg/m³

RESUMO DO MÉTODO

Recolhe-se a amostra fazendo passar um volume de ar através de um filtro de membrana de ésteres de celulose por meio de uma bomba de amostragem individual com um caudal de 2 l/min. Trata-se a amostra com uma mistura de ácidos clorídrico e nítrico concentrados a quente, dilui-se com água desionizada e analisa-se a solução obtida por plasma acoplado por indução – espectroscopia de emissão atómica (ICP-AES).

CAMPO DE APLICAÇÃO

Este método pode ser utilizado para determinar a presença de chumbo num intervalo de concentração de 0,015 mg/m³ a 0,3 mg/m³, para amostras entre 160 e 700 litros de ar.
Este método permite a determinação simultânea de outros elementos ou compostos metálicos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RECOLHA DA AMOSTRA

Elemento de captação: filtro de membrana de ésteres de celulose de 0,8 µm de porosidade e 37 mm de diâmetro.
Bomba de amostragem: individual tipo P
Caudal recomendado: 2 l/min
Volume recomendado: entre 160 e 700 l

ANÁLISE

Preparação: trata-se o filtro com 8 ml de ácido clorídrico e 2 ml de ácido nítrico concentrados a quente. Reduz-se o volume até 0,5 ml, acrescenta-se 3 ml de ácido clorídrico concentrado e dilui-se até 10 ml com água desionizada.
Técnica analítica: plasma acoplado por indução – espectroscopia de emissão atómica (ICP-AES).

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Não se indicam precauções específicas.

DADOS DE AVALIAÇÃO DO MÉTODO

Precisão: 6,0%
Desvio: -3,8%
Incerteza global: 15,8%

OUTRAS CARACTERÍSTICAS

Grau de dificuldade: aplicação simples
Custo económico: elevado

OUTRAS INFORMAÇÕES ÚTEIS

INFORMAÇÃO RELATIVA À VALIDAÇÃO DO MÉTODO:[1]

A precisão e o desvio indicados na ficha correspondem a 18 filtros adicionados com quantidades de chumbo compreendidas entre 11 e 48 µg por amostra.

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO:

Para utilizar o método [1], aproveitando a informação da validação, é necessário adaptá-lo ao campo de aplicação de interesse actual definido em relação ao VL.

2005-1599_PT.indd 281 17-10-2006 16:16:56

CHUMBO inorgânico e respectivos compostos **N.º CAS: 7439-92-1**	**FICHA N.º 65** **Outubro 2004**
VL (8 h): 0,15 mg/m³	

A forma mais apropriada consiste em adequar o volume de amostragem de modo a que a quantidade de amostra recolhida esteja dentro do intervalo de concentrações no qual o método foi validado. Para o efeito, devem amostrar-se pelo menos 700 l para concentrações entre 0,1 VL (0,016 mg/m³) e 0,5 VL (0,069 mg/m³) e 160 l para concentrações entre 0,5 VL (0,069 mg/m³) 2 VL (0,3 mg/m³) com um caudal de 2 l/min, nas condições de amostragem indicadas na ficha.

Esta aproximação permite associar os valores de precisão e desvio obtidos na validação ao intervalo de concentrações actual de interesse.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

A concentração mais baixa do intervalo estudado no método [1] está próxima do limite de detecção do método. Por isso, quando os níveis de chumbo a determinar forem baixos, por exemplo, inferiores a 0,05 mg/m³, é mais recomendável utilizar a espectrometria de absorção atómica com câmara de grafite, como técnica analítica alternativa, podendo então reduzir-se consideravelmente o volume de amostragem recomendado [2][4][5].

REFERÊNCIAS

[1] OSHA. *ICP Analysis of Metal/ Metalloid Particulates from Solder Operations.* Method Nº ID-206.

OUTROS MÉTODOS

[2] DFG. *Lead.* Analysis Hazardous Substances in air, Vol. 1, 177-187.
[3] NIOSH. *Lead by Flame AAS.* Manual of Analytical Methods, 4th ed., Method 7082.
[4] HSE. *Lead and inorganic compounds of lead in air.* Methods for the Determination of Hazardous Substances. MDHS 6/3.
[5] ISO 8518:2001 *Workplace air-Determination of particulate lead and lead compounds-Flame or electrothermal atomic absorption spectrometric method.*

2005-1599_PT.indd 282 17-10-2006 16:16:57

Comissão europeia

Directrizes práticas de carácter não obrigatório sobre a protecção da saúde e da segurança dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes químicos no trabalho

Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias

2006 — p. 282 — 21 × 29,7 cm

ISBN 92-894-9655-X

2005-1599_PT.indd 283 17-10-2006 16:16:57

2005-1599_PT.indd 284 17-10-2006 16:16:57